506
ULM
v. 12

Jahreshefte

des

Vereins für Mathematik und Naturwissenschaften

in

Ulm a. D.

THE LIBRARY OF THE
MAR 30 1936
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Zwölfter Jahrgang.

ULM a. D. 1906.
Heinrich Frey,
Buchdruckerei.

506
ULM
v. 12

Jahreshefte

des Vereins für Mathematik und Naturwissenschaften

in

ULM a. D.

THE LIBRARY OF THE
MAR 30 1936
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Zwölftes Heft.

INHALT:

Chronik:

Seite
1) Vereinsversammlungen in den Jahren 1904 und 1905 III
2) Mitgliederverzeichnis VI
3) Ausschuss in den Jahren 1904 und 1905 VII

Wissenschaftliche Mitteilungen:

1) Ursache und Wesen der Infections-Krankheiten. Von Stabsarzt Dr. Sedlmair 1
2) Neues über Winddruck und Vogelflug. Von Baurat Angele 21
3) Ueber Zahlenaberglauben, Tagesaberglauben und die magischen Quadrate. Von Professor Sauter in Ulm 40
4) Der Stand der biologischen Abwasser-Reinigung. Von Baurat P. Braun in Ulm im Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Verein in Ulm am 26. März 1905 97
5) Das Grundwasser der Blau und die geologische Bildung des Blautales bei Ulm. Von Baurat Haas 112
6) Entstehung und Ausbreitung der Krebskrankheit. Von Dr. Kraus, Frauenarzt 134
7) Beiträge zur Ulmer Flora. Von Prof. Haug 146

Vereinsversammlungen in den Jahren 1904 und 1905.

Am 11. Januar 1904.

Vortrag von Hofrat Dr. Wacker über „Die Technik und chemische Vorgänge in der monumentalen Malerei".

Am 25. Januar 1904.

Vortrag von Professor Haug über „Bildung und Umbildung der Mineralien".

Am 8. Februar 1904.

Stiftungsfest. Prof. Dieterlen, der eine lange Reihe von Jahren die Stelle eines Kassiers des Vereins verwaltet hat, legt dieses Amt nieder und wird in Anerkennung seiner treuen Dienste einstimmig zum Ehrenmitglied gewählt.

Am 22. Februar 1904.

Vortrag von Baurat Haas über „Das Grundwasser der Blau und die geologische Bildung des Blautals bei Ulm".

Am 14. März 1904.

Vortrag von Prof. Claus über „Den Ostasiatischen Kriegsschauplatz".

Am 18. April 1904.

Vortrag von Lehrer Mangold über „Die Schnakenplage".

Am 9. Mai 1904.

Vortrag von Professor Sauter über „Die Elektrizität vor Gericht und den Rechtsschutz der Energie".

Am 6. Juni 1904.

Vortrag von Professor Claus über „Föhnartige Winde".

Am 17. Oktober 1904.

Vortrag von Prof. Claus über „Die Physikalisch-geographischen Gründe für die Ueberlegenheit Europas".

Am 31. Oktober 1904.

Vortrag von Professor Haug „Ueber einen alten Donaulauf zwischen Sigmaringen und Ulm".

Am 28. November 1904.

Vortrag von Stadtbaurat E. Braun über „Wasserkraftanlagen zur Erzeugung elektrischen Stroms."

Am 12. Dezember 1904.

Vortrag von Professor Claus über „Die Verbreitung der tätigen Vulkane".

Am 9. Januar 1905.

Vortrag von Geh. Hofrat von Eyth über „Poesie im eisernen Zeitalter".

Am 23. Januar 1905.

Stiftungsfest. Der Verein feiert sein 40. Stiftungsfest. Herr Geh. Hofrat von Eyth wird zum Ehrenmitglied gewählt. Der Vorsitzende macht im Anschluss an das Wort: „Ulmenses sunt mathematici" Mitteilungen über Ulmer Mathematiker aus dem 15.—17. Jahrhundert.

Am 13. Februar 1905.

Vortrag von Professor Sauter über „Zahlenaberglauben und besonders die Zahl 13".

Am 27. Februar 1905.

Vortrag von Stabsarzt Dr. Sedlmair über „Ursache und Wesen der Infektionskrankheiten".

Am 13. März 1905.

Da der Verein beschlossen hatte, es soll das Wesentlichste aus der Geologie in einer Reihe Vorträgen behandelt werden, so hält Professor Haug den ersten dieser Vorträge über „Die Archäischen und paläozoischen Formationen."

Am 27. März 1905.

Vortrag von Baurat P. Braun über „Biologische Abwasserreinigung".

Am 10. April 1905.

Vortrag von Professor Haug über „Die Mesozoischen Formationen".

Am 24. Mai 1905.

Gemeinsame Verhandlungen des Mathematischen Vereins mit dem Oberschwäbischen Zweigverein für vaterländische Naturkunde. Unter Führung von H. Dr. Leube wird das Gewerbemuseum besichtigt und hierauf Vortrag von Dr. med. Krauss über „Krebskrankheiten".

Am 9. Oktober 1905.

Vortrag von Oberstabsarzt Dr. Dietlen über „Den Jura".

Am 23. Oktober 1905.

Vortrag von Dr. med. Hegele über „Die Giftschlangen Deutschlands".

Am 13. November 1905.

Mitteilungen von Prof. Haug über das Vorkommen des Löwen auf der Balkanhalbinsel in geschichtlicher Zeit und von Rektor Neuffer über die Leoniden und Sternschnuppenfälle überhaupt.

Am 27. November 1905.

Vortrag von Professor Claus über „Klimatisch besonders begünstigte Gegenden und die Gründe hiefür".

Am 11. Dezember 1905.

Vortrag von Oberstabsarzt Dr. Dietlen über „Tertiär und Quartär".

Mitglieder-Verzeichnis.

1) Dr. Ahrens, prakt. Arzt.
2) Angele, Baurat.
3) Bader, Apotheker.
4) Beck, Eitel, sen., Kaufmann.
5) Dr. Bilfinger, Stadtarzt.
6) Bracher, Kaufmann.
7) v. Brandt, Leutnant.
8) Braun, E. Baurat
9) Braun, P. Baurat.
10) Brost, Professor.
11) Bruckmann, Apotheker.
12) Bürglen, Kommerzienrat.
13) Dr. Burk, Generalarzt.
14) Claus, Professor.
15) Dieterlen, Professor, Ehrenmitglied.
16) Dr. Dietlen, Oberstabsarzt.
17) Ebner, Redakteur.
18) Engel, Kommerzienrat
19) Engel, Karl, jun.
20) v. Eyth, Geh. Hofrat, Dr. ing., Ehrenmitglied.
21) Dr. Fischer, prakt. Arzt.
22) Frank, Forstrat a. D.
23) Dr. Frick, Oberreallehrer.
24) Gerlach, Leutnant.
25) Gottschick, Mechaniker.
26) Haas, Baurat.
27) Haug, Professor.
28) Hausch, Privatier.
29) Dr. Hegele, prakt. Arzt.
30) v. Heider, Landgerichtsrat.
31) Heim, Rechtsanwalt.
32) Hildebrand, Uhrmacher, Neu-Ulm.
33) Hinrichs, Leutnant.
34) Hölder, Oberleutnant.
35) Dr. Hölscher, Stabsarzt.
36) Hörz, Turmuhrenmacher.
37) Hosch, Professor.
38) Dr. Hubbauer, Oberstabsarzt a. D.
39) Jäger, Hauptmann.
40) Dr. Jäger, Medizinalrat.
41) Kaspar, Vikar.
42) Dr. Kauffmann, Augenarzt.
43) Kern, Reg.-Bauführer.
44) Kienzle, Architekt.
45) Klein, Bauinspektor.
46) Kleinfelder, Professor.
47) Dr. Klemm, prakt. Arzt.
48) Dr. Krauss, prakt. Arzt.
49) Krzymowski, Diplom-Ingenieur.
50) Kyriss, Reg.-Bauführer.
51) Dr. Leube, Apotheker, Ehrenmitglied.
52) Leuze, Oskar, Privatier.
53) Lupfer, Bauinspektor.
54) Lusser, Oberreallehrer.
55) Magirus, Fabrikant.
56) Magirus, Rektor.
57) Majer, Sanitätsrat.
58) Mangold, Lehrer.
59) Marmein, Professor.
60) Maul, Leutnant.
61) Messer, Feuerwerkshauptmann.
62) Mörschel, Leutnant.
63) Neuffer, Rektor.
64) Nörr, Leutnant.
65) Dr. Palm, prakt. Arzt.
66) Pfeilsticker, Oberregierungs-Rat., Ehrenmitglied.
67) Pflüger, Präzeptor.
68 Reichardt, Direktor des Elektrizitätswerks.
69) Romann, Stadtbaumeister.
70) Dr. Rössle, Stadttierarzt.
71) Sauter, Professor.
72) Dr. Schall, Apotheker.
73) Schefold, Major.
74) Schimpf, Gas- und Wasserwerksdirektor.

75) Schreijack, Garnisonsverwaltungsdirektor.
76) Dr. Schuon, Stabsarzt.
77) Schwenk, Kommerzienrat.
78) Dr. Sedlmair, Stabsarzt.
79) Siegeneger, Regierungsrat.
80) Sperling, Leutnant.
81) Dr. Spohn, Gerhausen-Blaubeuren.
82) Ströbel, Landwirtschaftsinspektor.
83) Teichmann, Rechtsanwalt.
84) Dr. Wacker, Hofrat, Ehrenmitglied.
85) Dr. Wacker, jun.
86) v. Wagner, Oberbürgermeister.
87) Wechssler, Privatier, Ehrenmitglied.
88) Weisheit, Bankier.
89) Wolbach, Realgymnasialvikar.

Durch den Tod wurde dem Verein entrissen: Chemiker Krauss.

Ausschuss in den Jahren 1904 und 1905.

I. Vorstand: Rektor Neuffer.
II. Vorstand: Dr. med. Krauss.
I. Schriftführer: Professor Claus.
II. Schriftführer: Apotheker Dr. Leube.
Bibliothekar: Professor Haug.
Kassier: Präzeptor Pflüger.

Ursache und Wesen der Infections-Krankheiten.

Von Stabsarzt **Dr. Sedlmair.**

Wenn ich heute die Ehre habe, Ihnen über eines der wichtigsten Kapitel der Hygiene, über die Lehre von den Epidemieen und über die Entstehung der Infektionskrankheiten, vortragen zu dürfen, so kann ich selbstredend nicht das umfangreiche Thema in erschöpfender Weise behandeln, sondern möchte mich darauf beschränken, Ihnen in gedrängtem Rahmen einen kurzen Überblick über das Zustandekommen unserer gegenwärtigen Anschauungen über kontagiöse Krankheiten und über die wichtigsten Resultate der bakteriologischen Forschungen der letzten Jahre zu geben.

Wir verstehen unter Infektionskrankheiten die mittelbar oder unmittelbar von Mensch zu Mensch übertragbaren Krankheiten, mit Ausnahme der parasitären Krankheiten, welche durch mehrzellige Tiere verursacht werden, wie die Trichinenkrankheit, die durch das Anchylostomum duodenale hervorgerufene Wurmkrankheit der Bergleute usw.

Ein exakte Abgrenzung der Gruppe der Infektions-Krankheiten ist nicht leicht. Es gibt nämlich Massenerkrankungen, bei denen es gegenwärtig noch eine offene Frage ist, ob sie durch eine kontagiöse Ursache oder bloss durch eine Schädlichkeit rein chemischer Natur, also durch eine Vergiftung bedingt sind.

Eine Paradigma in dieser Hinsicht ist das in Ostasien epidemisch herrschende Beri-beri. Diese häufig zum Tode führende, jedenfalls aber langwierige Krankheit äussert sich vor allem in Erscheinungen von Herzschwäche, von allgemeinen

Ödemen, abwechselnd mit kolossaler Abmagerung und Lähmungen der Gliedmassen. Das Beri-beri kommt auf der ganzen Welt mit Ausnahme Europas vor, ist aber besonders häufig in Japan. Es ist ein Verdienst der Ärzte der japanischen Marine, der Krankheit erfolgreich vorgebeugt zu haben. Vor dem Jahre 1884 erkrankten nämlich jährlich 10—40 % der japanischen Matrosen an Beri-beri. 1884 wurde nun die Verpflegung in der Weise geändert, dass die Fleischportionen vergrössert, die tägliche Reismenge aber stark herabgesetzt wurde. Das Resultat war ein Sinken des Krankenzuganges auf 0,6 %, also auf $^1/_{50}$ des früheren Zuganges. Später betrug der Zugang sogar nur mehr 0,1 %. Die japanischen Marineärzte, besonders Baron Saneyoshi, halten zäh an der Ansicht fest, dass die fast ausschliessliche Reisnahrung die Ursache des Beri-beri sei, diese Krankheit also in Analogie mit dem Skorbut zu setzen sei, welcher bekanntlich auf ungenügender Ernährung und einseitiger Beköstigung mit eingesalzenen Fischen beruht. Den japanischen Berichten stehen aber Beobachtungen von Scheube, Manson Travers u. a. gegenüber, wonach das Beri-beri in sonst von der Krankheit freien Gegenden durch einzelne Kranke in Familien mit europäischer Verpflegung eingeschleppt wurde. Sie sehen, wie schwer es bei einzelnen Krankheiten ist, eine Entscheidung über deren kontagiöse Natur zu treffen.

Die Infektionskrankheiten sind die häufigsten Ursachen der Epi- und Endemieen. Unter Epidemie verstehen wir eine von Ort zu Ort um sich greifende Massenerkrankung, unter Endemie eine an bestimmte Örtlichkeiten gebundene Volksseuche. Zur Entstehung mancher Seuchen sind nämlich gewisse, nur für bestimmte Orte zutreffende Bedingungen der menschlichen Umgebung notwendig. Es ist dies der Faktor, den Pettenkofer örtliche Disposition nannte.

Die Infektionskrankheiten werden in 2 Klassen nach der Art ihrer Entstehungsweise eingeteilt: die nur direkt übertragbaren kontagiösen Krankheiten, und in die nur mittelbar übertragbaren miasmatischen Krankheiten.

Der typische Repräsentant der miasmatischen Krankheiten ist die Malaria. Ein Malaria-Kranker steckt andere Menschen nicht direkt an. Man kann das Sumpffieber nur an bestimmten

Fiebergegenden bekommen und in diesen suspekten Gegenden weiss man erfahrungsgemäss, dass besonders die Sümpfe und die niedrig gelegenen Geländeabschnitte gefährlich sind.

Unter Miasmen (μιαινω beflecke) verstand man ursprünglich ungesunde, aus feuchtem Boden aufsteigende Dünste, welche man vor 50 Jahren für die Ursache des Sumpffiebers hielt. Später nach Entdeckung des Erregers des Wechselfiebers, des in den Blutkörperchen der Kranken vegetierenden Plasmodium malariae, nahm man an, dass dieser Parasit nicht direkt übertragbar sei, sondern vorher, (ähnlich wie die Bandwürmer) ein Entwicklungsstadium im Sumpfboden durchmachen müsse. Vor einigen Jahren hat nun Robert Koch gefunden, dass die Überimpfung des Plasmodium's von den Kranken auf die Gesunden ausschliesslich durch den Stich der Anopheles-Fliege stattfindet, in deren Körper es noch ein Entwickelungsstadium durchmacht, gleichsam hereinreift. Tatsächlich geht die geographische Verbreitung des Sumpffiebers parallel mit dem Vorkommen der Anopheles-Arten. Nicht die Ausdünstungen der Sümpfe schadet dem Wanderer in den Tropen, sondern ihre Fauna; der kranke Mitmensch liefert den Impfstoff, die Natur die lebendige Impfnadel. Dem Sumpffieber lässt sich in rationeller Weise vorbeugen, einerseits durch Ausrottung der Anophelesfliege, (Trockenlegung der Sümpfe; Übergiessen der Tümpel mit larventötenden Flüssigkeiten), andererseits durch das Moskitonetz, welches die giftschwangeren Fliegen von dem schlafenden Wanderer abhält.

In ähnlicher Weise wird auch das Gelbfieber durch den nächtlichen Stich einer Moskito-Art, der Stegmoyia fasciata, übertragen. Die spezielleren Übertragungsverhältnisse sind aber von denen der Malaria verschieden: Nachdem der Moskito Blut von einem Gelbfieberkranken aufgenommen, muss er das Gift einige Wochen bei sich tragen, um eine neue Erkrankung hervorrufen zu können. Nur während der ersten 3 Krankheitstage kann der Gelbfieberkranke Gift für die Stechmücken liefern, während ein Malaria-Kranker, — wenn er nicht Chinin nimmt — monatelang den Moskitos als Bezugsquelle des Giftes dient. Die Bekämpfung des Gelbfiebers ist leichter, als die des Wechselfiebers; man hat nur dafür zu sorgen, dass während der ersten

3 Tage die Bezugsquelle des Giftes geschlossen wird: Man braucht nur sämtliche Gelbfieberkranke 3 Tage lang unter Schutznetzen zu isolieren, um die Infektion des Moskitos und damit die Weiterverbreitung der Krankheit zu verhindern. Auf diese Weise wurde 1901 die Seuche in Habanna durch Gorgas beseitigt, während vorher seit 140 Jahren kein Monat vergangen war, an dem nicht Gelbfieberfälle vorgekommen.

Auch das Trypanosoma, der Erreger der unbedingt tötlichen Schlafkrankheit der Neger, eine schreckliche Seuche, welche gegenwärtig an den Pforten unserer Kolonieen pocht, wird in ähnlicher Weise durch den Stich einer Tse-tse-Fliege übertragen.

Pettenkofer ging entschieden zu weit, indem er die örtliche Disposition auch für alle Cholera- und Typhus-Epidemieen in den Vordergrund stellte; mit seiner Hypothese von der Abhängigkeit der Epidemieen vom Grundwasser liess sich bis jetzt nicht viel anfangen. Pettenkofer selbst setzte mit dem Feuereifer eines überzeugten Forschers sein Leben ein zu einem Experiment auf Leben und Tod, ohne seine Gegner überzeugen zu können. Pettenkofers Theorieen sind verlassen, aber die Durchführung der praktischen Postulate, welche der geniale Begründer der Hygiene aufstellte, der Sanierung der Städte, hat den Erfolg an ihre Fussstapfen gefesselt.

Der Verlauf einer Epidemie zeigt einige typische Eigentümlichkeiten: Anfangs findet meist ein langsames Ansteigen der Zahl der Krankheitsfälle statt; im Anfang sind noch nicht genügende Mengen kontagiöser Stoffe zu einer Masseninfektion vorhanden; die Ausbreitung und Vermehrung bedarf einer bestimmten Zeit. Eine Epidemie erlischt, wenn entweder alle empfänglichen Personen bereits erkrankt sind — ich brauche hier bloss an die 1. Influenza-Epidemie im Jahre 1889 zu erinnern, wobei nur wenige Sterbliche von der Grippe verschont wurden — oder wenn durch Veränderung der Aussenbedingungen (z. B. plötzlich eintretende Kälte) oder durch hygienische Massnahmen sämtliche Keime unschädlich gemacht sind.

Am klinischen Verlauf einer Infektionskrankheit beobachten wir zunächst, dass die Krankheitserscheinungen nicht sofort mit der Ansteckung auftreten, sondern in der ersten Zeit

entweder völliges Wohlbefinden oder nur ein leichtes Unbehagen ohne Fieber besteht. Das Kontagium bedarf einer bestimmten Zeit, bis krankmachende Wirkungen auf den Organismus auftreten.

Der Fachausdruck für diese erste Periode von der Infektion bis zur Erkrankung heisst Inkubationszeit. Während dieses Stadiums ist der Organismus bereits ansteckungsfähiger Träger des Kontagiums, ohne es oft selbst zu ahnen. Die Weiterverbreitung einer Seuche während dieses Latenzstadiums hintanzuhalten, ist der Zweck der Quarantaine.

Die Dauer der Inkubation bei den einzelnen Infektions-Krankheiten ist sehr verschieden; sie schwankt von 1 bis 2 Tagen bei Cholera asiatica bis zu mehreren Monaten bei Hundswut oder gar mehreren Jahren, wie bei der Schlafkrankheit der Neger, deren Erreger, das Trypanosoma, — wie vor einigen Monaten Robert Koch festgestellt hat, — Jahre lang, ohne Krankheitserscheinungen zu machen, im Blute vegetiert, um plötzlich ins Centralnervensystem zu wandern und eine absolut tötliche Wendung herbeizuführen.

Welcher Art sind nun die die Infektionskrankheiten hervorrufenden Kontagien? Den allgemeinen Begriff des Kontagium's als einer durch Berührung übergehenden krankmachenden Schädlichkeit kannten schon die Ärzte des Altertums. Im Mittelalter entdeckte man nun, dass gewisse Kontagien durch Hitze vernichtet werden. Nach den Beobachtungen über das allmählige Anwachsen der Krankheitsfälle bei Epidemieen, wo oft nur ein Individuum den Keim der Krankheit einschleppt, und trotzdem die Zahl der später Erkrankenden ins Unermessliche steigt, müssen wir dem Kontagium auch Vermehrungsfähigkeit zuschreiben: wir kommen also schon theoretisch zur Annahme eines lebendigen Giftes, eines Contagium virum.

Pasteur war der erste, der uns so ein lebendes Gift zeigte, nämlich den Erreger der Krankheit der Seidenraupen. Dann folgte der preussische Physikus Koch mit der Entdeckung des Tuberkelbazillus, und jetzt haben wir bereits eine stattliche Reihe von genau studierten Mikrobenarten.

Bemerken möchte ich noch, dass wir von verschiedenen

kontagiösen Krankheiten die Erreger noch nicht kennen, z. B. von Scharlach, Masern, Syphilis, Wutkrankheit, Gelbfieber.

Wir teilen die pathogenen Mikroben ein: in niedere Tiere, Protozoën und in niedere Pflanzen, Spaltpilze oder Schizomyceten.

Zur ersten Klasse, den Protozoën gehören: die Amoeben, welche die Dysenterie hervorrufen, das Trypanosoma der Schlafkrankheit, und das Plasmodium malariae, welches in den roten Blutkörperchen der Sumpffieberkranken nachzuweisen ist. Theoretisch interessant ist hiebei, dass die Teilung der Plasmodien in Tochterzellen mit dem Fiebermaximum zusammenfällt und dass wir direkt die auflösende Wirkung des Chinins unter dem Mikroskop beobachten können.

Die Schizomyceten, die Spaltpilze werden nach ihren 3 Grundformen in 3 Klassen eingeteilt: die kugeligen oder Coccen, wozu die gewöhnlichen Eitererreger zählen; die stabförmigen oder Bazillen und die korkzieherförmig gewundenen, die Vibrionen oder Spirillen, deren typischen Repräsentanten der Kommabazillus, der Erreger der asiatischen Cholera, darstellt.

Zur genaueren Charakterisierung einer Bakterienart innerhalb dieser 3 Hauptklassen dienen ihre biologischen Eigentümlichkeiten, vor allem ihre Wachstumsverhältnisse z. B. das Aussehen ihrer Kolonieen, Verflüssigung von Gelatine, die beste Temperatur für ihr Wachstum, Verhalten gegenüber Farbstoffen oder gegenüber gewissen Nährböden. Die absolut sichere Feststellung einer Bakterienart ist oft sehr schwierig und ist oft erst nach mehreren Tagen möglich; so sehen sich z. B. der Cholera-, der Typhusbazillus und unschädliche Darmbakterien morphologisch (d. i. ihrer Gestalt nach) so ähnlich, dass eine Unterscheidung im mikroskopischen Präparat rein unmöglich ist. Erst bei Weiterzüchtung d. i. bei Anlegung von Kulturen unterscheiden sich die einzelnen Arten durch die Eigentümlichkeiten ihres Wachstums, die Form ihrer Kolonieen u. s. w., so dass eine Differenzierung möglich wird.

Die Mehrzahl der bekannten Bakterienarten lässt sich züchten auf künstlichen Nährböden. Ich spreche von künstlichen Nährböden. Der natürliche Gartenboden der pathogenen Pflanzenzwerge sind die Gewebe des Tierkörpers,

mit anderen Worten: eine Weiterzüchtung einer Bakterienart auf natürlichem Nährboden ist gleichbedeutend mit Überimpfung auf empfängliche Tiere. Eine solche unbeabsichtigte Weiterzüchtung auf natürlichem Nährboden findet bei jeder Epidemie statt.

Als künstliche Nährböden werden schon seit langer Zeit Fleischwasser-Bouillon und Gelatine verwendet. Letztere ist für die Züchtung bei Körperwärme ungeeignet, da sie sich bei 23° C. verflüssigt. Ein sehr zweckmässiger Nährboden ist Agar; derselbe wird aus einer Algenart hergestellt und hat den Vorteil, sich erst bei 98° C., also weit über der Temperatur des Brutschranks, zu verflüssigen. Ausserdem wurden noch eine Reihe der verschiedenartigsten Stoffe versucht, Milch, Kartoffelscheiben, Brotbrei, Reis, Pferdekot u. dgl. Diesen Nährböden können noch verschiedene Stoffe — wie Traubenzucker, Glycerin, Blutserum, Blutfarbstoff — zugesetzt werden. Es gibt nämlich auch sehr wählerische und heikle Bakterien, welche nur von besonders fein zubereiteten Nährböden naschen; solche Feinschmecker sind z. B. der Influenzabazillus, welcher nur auf mit Blut bestrichenem Agar sich züchten lässt, und der Gonococcus, welcher sogar Menschenblut verlangt.

Die häufigste Art der Fortpflanzung ist bei den Spaltpilzen — wie schon der Name sagt — die durch Teilung. Ein Kugelbakterium oder ein Stäbchen teilt sich in 2 gleiche Teile, welche ihrerseits wieder wachsen, grösser werden, und wiederum in Teile oder vielmehr in neue Einzelwesen zerfallen.

Meine Herren, wir haben hier bei der Teilung der Spaltpilze eine scheinbare Ausnahme von dem Gesetz des Werdens und Vergehens, das alles Lebende, „was da kreucht und fleucht", beherrscht: bei den mehrzelligen Pflanzen und Tieren geht das alte Individuum zugrunde, mit Ausnahme von ein paar Keimzellen, welche als Pollenkorn oder Samenzelle einerseits, als Fruchtanlage oder Ei andererseits der Erhaltung der Art dienen; nachdem die Alten Junge gezeugt und gross gezogen haben, altern sie und segnen früher oder später das Zeitliche. Anders bei den Bakterien: aus einem alten Individuum entstehen zwei neue, wenn Sie wollen, „junge" Einzelwesen, welche einander gleichen wie Zwillinge (bei den Spaltpilzen kommen überhaupt

immer Zwillinge zur Welt); die Mutterzelle teilt ohne Rest sich auf in zwei Tochterzellen; die „alte“ Zelle verjüngt sich zu zwei „jungen“ Zellen; das alte Bazillenmütterchen braucht nicht zu sterben und von ihren Kindern Abschied zu nehmen, es verwandelt sich durch ein Wunder der Natur in 2 jugendliche Kinder, um den Lauf seines Lebens von neuem zu leben. Es hat so den Anschein, als ob die Feinde unseres Lebens selber das ewige Leben hätten. Dem ist aber nicht so. Die Beobachtung, dass auch im lebenden Tierkörper, also unter den allergünstigsten Lebensbedingungen, immer eine Anzahl von Spaltpilzen ohne besondere erkennbare Ursache absterben, spricht dagegen und zeigt, dass auch bei den kleinsten Lebewesen der natürliche Tod vorkommt. Eine Krankheit haben also unsere kleinen Feinde mit uns gemein, die Altersschwäsche, nur mit dem Unterschied, dass dieselbe bei uns jedes Individuum, sofern es nicht früher an einer anderen Krankheit gestorben ist, ausnahmslos trifft, dort aber erst nach einer Reihe von Generationen auftritt.

Die Generationsdauer, d. i. die Zeit von der Entstehung bis zur Teilung, ist bei den pathogenen Spaltpilzen bei günstigem Nährboden sehr kurz. Für Cholera-Bazillen z. B. wurde eine Generationsdauer von 20 Minuten festgestellt, mit anderen Worten: in 20 Minuten hat sich die Zahl der Kommabazillen verdoppelt, in 1 Stunde verachtfacht; nach 6 Stunden sind 262144 Keime vorhanden, nach 12 Stunden gegen 70000 Millionen. Sie können sich hier einen Begriff von der unheimlichen Vermehrungsintensität der Krankheitskeime machen, wenn Sie hören, dass ein Kommabazillus in 12 Stunden nahezu 70000 Millionen Urenkel aufweist, in denen er weiterlebt und denen er seine menschentötenden Eigenschaften vererbt.

Bei einem Teil der Stäbchenbakterien, bei den Bazillen im engeren Sinn, gibt es noch eine zweite Art der Fortpflanzung, nämlich die durch Sporenbildung. Die Sporen sind kleine Kügelchen lebenden Protoplasmas, welche von einer schützenden Membran umgeben sind; sie stellen Dauerformen dar, welche die Erhaltung der Art auch unter den allerungünstigsten Bedingungen ermöglichen. Diese Sporen bilden sich unter bestimmten Bedingungen, und keimen wieder zu Stäbchen aus,

sobald sich günstige Bedingungen finden. Die Sporen besitzen eine unglaubliche Widerstandsfähigkeit gegen die verschiedensten schädlichen Einflüsse. Die Bakteriologen benützen deshalb leicht nachweisbare sporentreibende Arten als Prüfstein für die Wirkung der Desinfektions-Methoden. Milzbrand-Bazillen werden durch 10 Sekunden lange Einwirkung von 1 % Karbolsäurelösung getötet; die Milzbrand-Sporen dagegen erst nach 37-tägiger Einwirkung von 5 % Karbolwasser.

Hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegen schädliche Einflüsse sind überhaupt die Bakterien sehr verschieden. Auch nicht sporentreibende Arten zeigen bisweilen eine grosse Widerstandsfähigkeit. Es ist festgestellt, dass Typhusbazillen in Eis eingefrieren können, ohne abgetötet zu werden.

Die Bakterien haben zum Teil Eigenbewegung (wie der Typhusbazillus), zum Teil sind sie, wie die Pflanzen, nur passiv beweglich (wie der Tuberkelbazillus oder der Milzbrandbazillus).

Nur ein kleiner Teil der Bakterienarten besitzt krankmachende Eigenschaften. Es gibt auch nützliche Arten. Ich brauche Sie bloss daran zu erinnern, eine welch' wichtige Rolle die Hefepilze bei der Bierbereitung spielen. Es kommen in der Natur Fälle vor, bei denen die Lebenstätigkeit bestimmter Bakterien direkt für das Gedeihen der Pflanzen förderlich ist. Man hat in den letzten Jahren die merkwürdige Tatsache gefunden, dass diejenigen Nutzpflanzen, deren Früchte verhältnismässig sehr reich an stickstoffhaltigen Nährstoffen sind, die Leguminosen (Erbsen, Bohnen), dem Boden, an welchem sie angepflanzt waren, nicht nur keinen Stickstoff entziehen, sondern ihn sogar stickstoffreicher und mithin wertvoller machen. Diese Bereicherung des Bodens an Stickstoff, (welche pro Hektar einen Geldwert von ungefähr 40 ℳ repräsentieren soll) haben wir einer Bakterienart zu verdanken, welche an den Wurzelknollen der Leguminosen vorkommt und die Fähigkeit besitzt, Salpetersäure buchstäblich aus Luft, nämlich aus dem Stickstoff und Sauerstoff der Luft, synthetisch zu bilden. (Die Reinkulturen dieser Bakterien werden fabrikmässig hergestellt und unter dem Namen „Nitragin“ verkauft.)

Sie sehen, die Lebensäusserungen der Spaltpilze sind sehr mannigfaltige: Aufbau komplizierter chemischer Verbindungen

aus einfachen, und Zerfall durch Gährung oder Fäulnis; Oxydation (wie bei den Milchsäurebakterien) und Reduktion (wie bei den Cholerabazillen); Bildung von verdauenden (d. i. eiweisslösenden) und von diastatischen (d. i. Stärke in Zucker umwandelnden) Fermenten — alles dies bringen unsere Heinzelmännchen fertig. Auch mit Farbstoffabrikation beschäftigen sie sich; hieher gehören u. a. das Bakterium des blauen Eiters (Bact. pyocyaneum), das Bakterium der blauen Milch und der sog. Wunderbazillus (Micrococcus prodigiosus); letzterer ist die Ursache der öfters beobachteten roten Flecken an den Hostien, welche das abergläubige Volk als Blutflecken deutete, womit die Gottheit ihrem Zorne über die Menschen Ausdruck verleihe.

Damit die pathogenen Spaltpilze ihre krankmachende Wirkung entfalten können, müssen sie sich innerhalb des Körpers ansiedeln. Wir wollen nun die verschiedenen Wege betrachten, auf welchen dieselben Eingang in das Innere des Organismus finden.

Der einfachste Fall liegt vor, wenn durch eine Wunde eine Unterbrechung der schützenden Hautdecke geschaffen ist, durch welche die Krankheitskeime eindringen können. Dieser Modus der „Wundinfektion“ findet statt bei den meisten Eiterungen, beim Wochenbettfieber, beim Rotlauf, bei der Hundswut, dem Starrkrampf, bei der Syphilis usw.

Einen zweiten Weg in das Innere des Organismus bilden die Schleimhäute. Während die Spaltpilze die unverletzte äussere Haut niemals durchdringen können, bieten ihnen die Schleimhäute, besonders wenn sie irgendwie gereizt sind oder sich im Zustand der katarrhalischen Entzündung befinden, die notwendigen Bedingungen zur Ansiedlung. So wird die (unverletzte) Harnröhrenschleimhaut beim Tripper, die Rachenschleimhaut bei der Diphtheritis infiziert.

Durch die Schleimhäute der Verdauungsorgane können mit der Nahrung eingeführte Infektionskeime aufgenommen werden, so bei Cholera, Typhus, Ruhr. Es können hiebei die Bakterien durch Erkrankung des Lebensmittellieferanten in die gelieferten Speisen kommen, oder es kann durch schlecht gereinigtes Essgeschirr erst kurz vor der Mahlzeit eine Beimengung der Krankheitskeime zu den fertigen Speisen stattfinden. Der erstere Fall

ist bei Typhusepidemieen wiederholt beobachtet worden; wenn Sie bedenken, dass der Typhusbazillus äusserst widerstandsfähig ist und dass die Milch für ihn einen guten Nährboden bildet, in welchem er sich rasch vermehren kann; und wenn Sie berücksichtigen, dass auch an sämtlichen mit der infizierten Milch in Berührung gekommenen Gefässen und Geräten lebende Bakterien haften bleiben können und auf die Weise auch die Milch der folgenden Tage infiziert werden kann, so werden Sie leicht die ungeheuere Verschleppungsgefahr des Typhusbazillus erkennen

Eine seltene Eingangspforte für die Bakterien bieten die Atmungswege. Im Allgemeinen wird die Gefahr der Einatmung von in der Luft suspendierten Keimen sehr überschätzt. Es sind sehr seltene Fälle, in denen sich eine Infektion durch Einatmung trockener Bakterien beweisen lässt. Die weitaus häufigste Art der Übertragung ist die Kontaktinfektion.

Bakterien können nur in die Luft gelangen, wenn sie austrocknen; feuchte Keime sind zu schwer, um sich längere Zeit in der Luft schwebend halten zu können, und senken sich bald zu Boden. Aus einer Flüssigkeit können uns die unheimlichen Gesellen niemals entweichen. Wir haben in dem Wasser ein zuverlässiges Mittel, die Bakterien am Ort festzuhalten.

Wir wollen zurückkehren zur Betrachtung des kranken Organismus, und wollen der Frage näher treten: „In welcher Weise wirkt die Ansiedlung von pathogenen Bakterien im Körper krankheitserregend?“

Nahe der Eingangspforte der Infektion findet bei den meisten Infektionskrankheiten eine lokale Erkrankung des befallenen Organs statt, so bei der Diphtheritis im Rachen, beim Typhus im Darm. Mit dieser Lokalaffektion verbinden sich aber immer Allgemeinsymptome, wie Fieber und nervöse Störungen. Da nun die Bakterien sich im Körper nur an bestimmten Stellen, in den befallenen Organen, ansiedeln und — mit einigen Ausnahmen — nicht in die allgemeine Zirkulation kommen, dürfen wir als Ursache dieser Allgemeinerscheinungen nicht die Bakterien selbst annehmen, sondern einen durch ihre Lebenstätigkeit bereiteten Giftstoff. Die Bakterien wirken also nur indirekt auf den Organismus; die kontagiösen Krankheiten

sind regelrechte Vergiftungen, nur mit dem Unterschied, dass bei ihnen die Giftmischer gleich im Körper an Ort und Stelle sitzen.

Von solchen bakteriellen Giftstoffen unterscheiden wir 2 Klassen: erstens die durch die Lebenstätigkeit der Spaltpilze bereiteten Ausscheidungs- und Stoffwechselprodukte, und zweitens die Eiweissstoffe, aus denen die Bakterienleiber bestehen, welche bei deren Absterben in Lösung gehen; wie wir oben gesehen, sterben von den Spaltpilzen innerhalb des Organismus immer eine Anzahl ab und ihre Leiber zeigen sich noch nach dem Tode als Feinde der Menschheit; abgetötete Bakterien rufen, wenn dem Körper einverleibt, Vergiftungserscheinungen hervor.

Die Bakteriengifte oder Toxine sind chemisch wenig bekannt. Man nahm früher an, es müssten Eiweissstoffe sein und sprach von Toxalbuminen; neuere Forschungen ergaben, dass es sich nicht ausschliesslich um Eiweissstoffe handelt. Es können von einer Bakterienart mehrere Toxine gebildet werden, welche, jedes für sich, verschiedene Wirkungen auf den Körper ausüben.

So wurden durch van Calcar in neuester Zeit (mittels des Dialysators) 2 Diphtheritis-Toxine isoliert: ein Gift, das „Diphtheritis-Toxin“ in engerem Sinn, welches die Herzaffektion und das Fieber hervorruft, und ein zweiter Giftstoff, das sog. „Toxon“, welches die postdiphtheritischen Lähmungen hervorruft und welches erst nach Wochen seine Wirksamkeit zeigt. Bei alleiniger Einverleibung des zweiten Giftes bekamen die Versuchstiere Lähmungen, ohne die sonstigen primären Erscheinungen der Diphtheritis zu zeigen.

Die Giftwirkung mancher Bakterientoxine ist eine unglaublich starke. Um Ihnen eine ungefähre Vorstellung zu geben, welch' geringe Toxinmengen hinreichen, um die stärkste Giftwirkung, den Tod des Versuchstieres herbeizuführen, möchte ich Ihnen die diesbezüglichen Zahlen für das Starrkrampfgift anführen: 1 Gramm trockenes Tetanusnormalgift (nach Knorr) enthält 1000 Millionen tödliche Mindestdosen für 1 Gramm Meerschweinchen, mit anderen Worten: mit 1 Gramm Gift kann man 4000000 Meerschweinchen von je 250 g Gewicht töten, oder: eine gerade noch wägbare Giftmenge tötet noch einige Hundert Meerschweinchen.

Die Menge, bezw. die Wirksamkeit der erzeugten Toxine ist je nach der Güte der Lebensbedingungen der Spaltpilze, ich hätte beinahe gesagt, je nach ihrem Wohlbefinden, eine verschiedene. Gerade wie ein Haustier von schlechtem Ernährungszustand weniger Arbeit leistet, als ein gutgenährtes Tier, ebenso liefert ein schlechtgenährtes Bakterium minderwertige Arbeit und erzeugt weniger wirksame Giftstoffe. Wir können durch Änderung der Lebensbedingung der Spaltpilze künstlich ihre Giftigkeit, ihre Virulenz, beeinflussen. Durch Züchtung bei höheren Temperaturen, als der betreffenden Art zuträglich ist, oder durch lange Fortzüchtung auf künstlichen Nährböden lässt sich die Giftigkeit abschwächen; eine Verstärkung der Virulenz aber lässt sich durch Passage eines empfänglichen Tierkörpers erzielen. Die Entdeckung der künstlichen Veränderlichkeit der Virulenz ermöglichte erst, wie wir unten bei dem Abschnitt über Immunisierung hören werden, ein genaueres Studium der Gift- und Gegengiftwirkungen im lebenden Tierkörper.

Die Verschiedenheiten der Virulenz sind die Ursache der Inkonstanz und Variabilität der Krankheitsintensität; wir beobachten bei Epidemieen oft grosse Verschiedenheiten bezüglich der Schwere und Gefährlichkeit der Krankheitsfälle. Ein und dieselbe Krankheit tritt oft an mancher Örtlichkeit besonders schwer auf, wie z. B. die Syphilis in den Tropen. Auch zeitliche Veränderungen bezüglich der Intensität der Krankheitserscheinungen sind festgestellt; als die Syphilis im 16. Jahrhundert zuerst in Europa auftrat, wurde sie von den Ärzten als „grosse Blattern“ bezeichnet, die echten Pocken aber als „kleine Blattern“. Heute ist uns dies unverständlich, da heute die Pusteln des syphilitischen Ausschlags gewöhnlich nur Erbsengrösse, während die echten Blatternpusteln meist Pfenniggrösse erreichen. Wir haben es hier mit einer fortwährenden Abschwächung der Virulenz des Syphilisgiftes zu tun.

Die Empfänglichkeit für eine Infektionskrankheit ist bei den einzelnen Tierklassen sehr verschieden. So ist z. B. die Empfindlichkeit gegenüber dem Starrkrampfgift bei Meerschweinchen 1000 mal, bei Mäusen 150 mal grösser, als bei Kaninchen. Die Erreger der Geflügelcholera oder des Schweine-

rotlaufs sind für uns Menschen völlig ungiftig; umgekehrt gelingt es nicht, Pferde mit Typhus zu infizieren; die Syphilis kann nur auf Affen, nicht aber auf andere Tiere übertragen werden.

Wenn Kaltblüter für Milzbrand nicht empfänglich sind, so liegt der Grund einfach darin, dass die Milzbrandbazillen bei gewöhnlicher niederer Temperatur keine geeigneten Wachstumsbedingungen finden. Diese einfache Erklärung reicht aber bei den oben angeführten Beispielen nicht aus. Wir kommen zu der Annahme, dass die Körpersäfte, deren wichtigsten Bestandteil das Blutserum bildet, natürliche Schutztsoffe enthalten, welche die Bakterien abtöten. Buchner bezeichnete diese baktericiden Schutzstoffe als Alexine (ἀλεξειν abwehren). Sie gehören zu den labilsten, unbeständigsten chemischen Verbindungen, welche wir überhaupt kennen, und können deshalb nicht unzersetzt von einem Tier auf das andere übertragen werden.

Dass das Blutserum der einzelnen Tierarten biologisch sehr verschiedenartig beschaffen ist, lehren die Versuche über Transfusion oder Blutübertragung. Wenn wir Blut von verschiedenen Tierspezies zusammenbringen, so werden die Blutkörperchen der einen Art aufgelöst, so durch Aalblut-Serum die Blutkörperchen sämtlicher Säugetiere, durch Kaninchen- oder Ziegenserum die des Menschen; die Körpersäfte bieten fremdartigen Zellen nicht nur nicht die zur Erhaltung notwendigen Bedingungen, sondern verhalten sich direkt feindlich gegen dieselben; das Blutserum widersetzt sich einer fremden Invasion; es tritt ein Spezialfall des Kampfes ums Dasein ein. Kurz, das Serum zerstört die Zellen einer fremden Art, während es sich gegenüber den Blutzellen eines fremden Individuums der gleichen Art indifferent verhält. Es kann also z. B. nur Menschenblut auf den Menschen mit Erfolg übertragen werden, nicht aber Tierblut. Mit diesen spezifischen zellenauflösenden Schutzstoffen des Blutserums (Cytolysine, Haemolysine) vergleichen wir unsere bakterientötenden Abwehrstoffe, welche die Ursache der natürlichen Immunität mancher Arten darstellen.

Aber auch innerhalb derselben Art bestehen kolossale Unterschiede in Bezug auf Empfänglichkeit: bei Epidemieen bleiben immer eine Anzahl von Personen von der Krankheit

verschont; sie besitzen eine natürliche Immunität gegen die Krankheit.

Die näheren Verhältnisse dieser natürlichen Immunität sind uns noch nicht vollständig bekannt; wir kennen aber die häufigste und wichtigste Quelle der natürlichen Unempfänglichkeit. Bei vielen Infektionskrankheiten verleiht das einmalige Überstehen der Krankheit einen mehr oder minder lang dauernden Schutz gegen Wiedererkrankung an der nämlichen Krankheit. Diese für die Immunitätslehre fundamentale Tatsache wies den Weg zur künstlichen Immunisierung.

Die ersten rohen Versuche einer solchen künstlichen Immunisierung durch Hervorrufung einer einmaligen leichten Erkrankung liegen schon sehr weit zurück. Bereits im Anfange des 11. Jahrhunderts impfte man in China den Pustelinhalt von leichten Blatternfällen auf die Nasenschleimhaut Gesunder über und rief so eine leichte Pockenerkrankung hervor, welche vor schweren Infektionen schützte. Dieses Verfahren wurde in späteren Jahrhunderten auch im Orient angewendet, besonders bei dem schönen Geschlecht, welches die Blattern nicht nur wegen der Gefahr für Leben und Gesundheit, sondern auch wegen der zurückbleibenden entstellenden Narben fürchtete. Die rohe Impftechnik der Georgischen Schönen brachte Lady Montague, die Gattin eines englischen Botschafters in Konstantinopel, gegen Ende des 18. Jahrhunderts nach England. Einer kleinlichen, menschlichen Schwäche, der Eitelkeit der schönen cirkassischen Frauen, verdankt also Europa die Überlieferung einer rein empirisch gefundenen Tatsache, welche den Anstoss gab zu einem Fortschritt in der rationellen Bekämpfung der kontagiösen Krankheiten, wie ihn niemand vorher ahnen konnte.

Das alte, von Laienhand geübte Verfahren hatte natürlich auch viele Misserfolge; erst Eduard Jenner hat durch Anwendung des Pustelinhaltes der Kuhpocken an Stelle des menschlichen Virus die Pockenimpfung zu einer ungefährlichen und brauchbaren Methode gemacht. Er impfte eben noch wirksame Dosen des durch die Überimpfung auf Kälber weniger virulenten Blatterngiftes auf einen Menschen, und dann wieder weiter von Mensch zu Mensch, und erreichte dadurch künstliche Immunität. Heutzutage wendet man ausschliesslich Tierlymphe an, deren

Benutzung uns unbedingt sicher die Mitübertragung von Syphilis oder Tuberkulose vermeiden lässt.

Die Landsleute des grossen Mannes stehen heute noch der grossen Tat Jenners verständnislos gegenüber: 1798 trat Jenner mit seinem Verfahren an die Öffentlichkeit; 100 Jahre später (1898) hob die engliche Regierung den Impfzwang auf. Es dauerte aber kein Jahr und London hatte eine Blatternepidemie, welche bis Juni 1902 bereits über 1500 Menschenleben als Opfer forderte.

Welch' ein Segen die zwangsweise allgemeine Einführung der Schutzpockenimpfung für die Menschheit ist, brauche ich Ihnen wohl kaum näher auszuführen. Nur einige Zahlen will ich nennen: bei der Blatternepidemie im Jahre 1871 in Preussen starben 129148 Personen an Blattern, also $4^1/_2$ mal so viel Menschen, als 1870/71 auf deutscher Seite gefallen oder an Verwundungen starben (28000); diese 129000 Menschen hätten durch die einfache Prozedur der Impfung, bezw. Wiederimpfung gerettet werden können. Angesichts einer solchen wahrlich völkerverheerenden Epidemie muss man sich wundern, dass es in unserer Zeit der Aufklärung noch Impfgegner gibt, welche kurzsichtig genug sind, das durch die Impfung einige Tage gestörte Wohlbefinden der Kinder mit dem Tod von Hunderttausenden erkaufen zu wollen.

Pasteur war der erste, welcher zu Immunisierungszwecken bei Bekämpfung von Tierseuchen abgeschwächte, weniger giftige Bakterienkulturen einspritzte. Er züchtete z. B. Milzbrandbakterien bei ungünstiger hoher Temperatur (41° statt bei 39°) und erreichte dadurch eine weniger virulente Kultur, welche er den zu immunisierenden Tieren unter die Haut spritzte. Diese Methode ist nur bei Tieren anwendbar und nicht frei von Impfverlusten, da eine absolut sichere Dosierung der Menge und der Virulenz der Bakterien nicht möglich ist.

Robert Koch überwand diese Schwierigkeit, indem er an Stelle der lebenden Keime tote Bakterienleiber und die Stoffwechselprodukte, die Bakterientoxine, zur Erzielung von Immunität injizierte.

Die genannten Verfahren beruhen auf aktiver Immunisierung. Die Immunstoffe werden aktiv von dem zu immuni-

sierenden Organismus selbst gebildet. Die in den Kreislauf gebrachten Bakteriengifte rufen körperliche Störungen, vor allem Fieber, hervor. Der Körper reagiert auf diese Gifte durch Bildung von Gegengiften; hiebei werden mehr Gegengifte (Antistoffe) erzeugt, als zur Überwindung der eingespritzten Giftmenge notwendig ist; es findet eine Überkompensation statt.

Nebenbei sei bemerkt, dass diese in Bildung von Gegengiften bestehende Reaktion des Organismus nicht bloss bei Einverleibung von Bakteriengiften stattfindet, sondern auch gegenüber anderen, z. B. pflanzlichen Giften; so gelang es Ehrlich, Tiere gegen den im Rizinusöl enthaltenen Giftstoff Ricin und gegen das in der Jequirity-Bohne enthaltene Arbin zu immunisieren.

Am Menschen wurde die aktive Immunisierung angewendet gegen Tuberkulose, Typhus und Pest.

Das Koch'sche Tuberkulin R, über dessen Wirksamkeit die Akten noch nicht geschlossen sind, wird aus Kulturen von Tuberkelbazillen hergestellt, indem diese zuerst getrocknet und verrieben, dann mit Wasser ausgezogen werden, und der wässerige Auszug durch Tonfilter filtriert wird, (um das Filtrat gänzlich von den Bakterien zu befreien).

Grössere Erfolge als die Tuberkulin-Impfungen weisen die Schutzimpfungen gegen Typhus auf.

Die Methode besteht in einer 2—3maligen subkutanen Einverleibung einer Typhuskultur, bei der die Typhusbazillen durch Hitze und Zusatz 5 % Karbolwassers abgetötet sind. Der Impfschutz tritt nach 3 Wochen ein und dauert ungefähr ein Jahr.

Wright hat bei den englischen Regimentern während des Burenkrieges ungefähr 50 000 Impfungen nach seiner Methode machen lassen, ohne dass ein Todesfall infolge der Impfung beobachtet worden wäre. Zur Beurteilung seiner Erfolge führe ich folgende Zahlen an:

In der Garnison Ladysmith erkrankten in der Zeit der Belagerung an Typhus von den Nichtgeimpften 14,14 %, von den Geimpften aber nur 2 % (also $^1/_7$); es starben von den Nichtgeimpften 3,12 %, von den Geimpften 0,47 %. — Im roten Kreuz-Spital in Südafrika wurden 70 Personen geimpft; von

ihnen erkrankten 2 oder 2,8 %; von den nicht geimpften 12 Personen erkrankten 4 oder 33,3 %.

Bei der deutschen Schutztruppe für Südwest-Afrika ist die Schutzimpfung gegen Typhus nicht allgemein eingeführt. Dagegen hat jetzt jeder Soldat während der Überfahrt Gelegenheit, sich freiwillig einer Schutzimpfung durch einen mit dem Verfahren vertrauten Militärarzt zu unterziehen. An manchen Stationen ist sämtlichen Einwohnern freigestellt, sich von den dort stationierenden Sanitätsoffizieren kostenlos gegen Typhus immunisieren zu lassen*).

Das Serum der gegen Typhus Immunisierten hat nur bakterientötende Eigenschaften; die durch die Bakterien erzeugten Gifte werden von ihm nicht beeinflusst. Deshalb hat die Immunisierung nur vorbeugenden, prophylaktischen Wert, aber keine Heilwirkung bei bereits ausgebrochener Erkrankung.

Die Bildung der Immunstoffe braucht eine gewisse Zeit, gewöhnlich 8—14 Tage. Auch ihr Verbleib im Körper ist zeitlich beschränkt; die Immunität gegen Typhus dauert meist 1 Jahr, die gegen Pocken 10 Jahre.

Dass durch die Schutzimpfung gegen Typhus tatsächlich das Blutserum der Immunisierten Stoffe zugeführt bekommt, welche die Typhusbazillen zusammenballen, event. sogar auflösen, können wir unter dem Mikroskop sehen. Lebende Typhusbazillen, unter das Mikroskop gebracht, schwirren mit grosser Geschwindigkeit durch das Gesichtsfeld, wie Fische im Wasser. Bringen wir nun verdünntes Blutserum eines Typhusrekonvaleszenten oder eines gegen Typhus Immunisierten dazu, so hört die lebhafte Bewegung der Bazillen auf und dieselben ballen sich zu Haufen zusammen. Bei gehörig verdünntem Blutserum normaler Menschen tritt aber keine Störung der Beweglichkeit ein.

Diese von Pfeifer und Widal entdeckte Reaktion hat auch für andere Immunsera Giltigkeit; sie wird auch umgekehrt angewendet zur Erkennung der Arten der Bakterien; das Blut-

*) Anm.: Nach den neuesten Berichten machen die weissen Ansiedler, sowie die schwarze Bevölkerung von der Impfgelegenheit reichlichen Gebrauch; die dortige Einwohnerschaft ist gegen Schutzimpfungen viel weniger misstrauisch, als die Leute bei uns, da sie die eklatanten Erfolge der Schutzimpfungen ihres Rindviehes gegen Rinderpest vor Augen haben. —

serum eines gegen Typhus Immunisierten ballt nur einzig und allein Typhusbazillen zu Haufen zusammen, nicht aber z. B. Cholerabazillen; mittelst eines Tropfens Typhusimmunserums lässt sich also feststellen, ob eine fragliche Kultur aus Cholera- oder aus Typhusbazillen besteht.

Wir haben bis jetzt nur von aktiver Immunisierung gesprochen. Wir können aber auch die Arbeit der Bereitung der Immunstoffe dem Menschen abnehmen und das fertige von einem infizierten Tier bereitete Immunserum dem menschlichen Organismus einverleiben: dies ist das Verfahren der passiven Immunisierung, eine Methode, welche grossartige Erfolge aufzuweisen hat. Die wichtigsten Sera dieser Art sind das Pestserum, das Starrkrampf-Antitoxin und das Diphtheritis-Heilserum.

Letzteres wird in der Weise hergestellt, dass Pferden allmählig ansteigende Dosen filtrierter Diphtheritiskulturen eingespritzt werden, bis ihr Blut nach Monaten den gewünschten Immunitätsgrad erreicht hat, und den Pferden dann Blut entnommen wird, aus welchem sich das Serum abscheidet; dieses kommt nach Prüfung seiner Wirksamkeit und Reinheit in den Handel; eine Probe wird in dem staatlichen Kontrollinstitut zurückbehalten, und nach Jahren die Wirksamkeit nachgeprüft; sobald eine solche alte Probe sich nicht mehr genügend wirksam erweist, wird die ganze entsprechende Serumausgabe eingezogen. Die Feststellung der Wirksamkeit, d. i. des Gehalts an Antitoxin geschieht sehr einfach in der Weise, dass man eine genau bekannte Giftdosis, z. B. die gerade noch tötliche Dosis für 1 Meerschweinchen von 250 g Gewicht, mit abgemessenen Mengen des zu prüfenden Gegengiftes im Glas mischt und den Versuchstieren einspritzt. Diejenige Menge Gegengift, welche genügt, um ein 250 g schweres Meerschweinchen von der Wirkung der miteingespritzten tödlichen Dosis völlig zu bewahren, ist der hundertste Teil der Behring'schen Immunisierungseinheit (I.-E.). 200 Immunisierungseinheiten genügen, um ein Kind 3 Wochen lang zu immunisieren. Die einfache Heildosis nach Behring enthält 600 I.-E. — Über den Heileffekt des Diphtheritis-Heilserums, wenn dasselbe rechtzeitig angewendet wurde, brauche ich wohl nicht zu sprechen: Seit Anwendung

des Heilserums ist eine Verminderung der Diphtheritis-Sterblichkeit um circa 20 % eingetreten.

Durch dieses Heilserum werden die Bakterien selbst nicht abgetötet; Behring konnte Diphtheritisbazillen in Heilserum züchten. Es wird nur das von den Spaltpilzen bereitete Gift, die Toxine, unschädlich gemacht, neutralisiert. Ein mit Heilserum behandeltes diphtheritiskrankes Kind kann schon längst fieberfrei und beschwerdefrei sein und beherbergt doch noch in seiner Rachenschleimhaut lebende Diphtheritisbazillen, welche die Krankheit weiterverbreiten können. Die Feinde des jungen Lebens sind noch vorhanden, aber ihre Giftpfeile prallen wirkungslos ab an dem Schutzschild, den Behring für die kranken Kleinen geschmiedet hat. Obwohl die Bakterien selbst nicht getötet werden, wird ihre Wirkung im Körper durch die Antitoxine aufgehoben; die antitoxischen Sera haben sowohl vorbeugende, immunisierende Wirkung, als auch Heilwirkung bei bereits ausgebrochener Krankheit. Hierin liegt der grosse Fortschritt, den die Immunitätslehre in den letzten Jahren genommen hat: an der Schwelle des vergangenen Jahrhunderts hat uns Jenner ein Vorbeugungsmittel gegen eine gefürchtete Infektionskrankheit in Gestalt der Schutzpockenimpfung gegeben, das Ende des Säkulum hat mit der Entdeckung des Heilserums geantwortet.

Die Lehre von den Infektionskrankheiten ist in den letzten Jahrzehnten zu einem stolzen Bau ausgestaltet worden. Das Werk ist in letzter Linie eine Frucht der modernen Naturwissenschaft: die moderne Technik lieferte das Werkzeug; die nach der naturwissenschaftlichen Methode des Experiments ausgegrabenen Steine der Erkenntnis gaben die granitenen Quadern ab zu dem Fundament; als Baumeister waltete der Genius der exakten Naturforschung.

Neues über Winddruck und Vogelflug.

Von Baurat **Angele.**

Meine Herren! Wind ist bewegte Luft und demnach sollte Winddruck eigentlich gleichbedeutend mit Luftdruck sein. Dennoch sind aber beides verschiedene physikal. Begriffe. Unter Luftdruck versteht man gemeinhin das Gewicht der atmosphärischen Luftsäule -- der Barometersäule —, unter Winddruck die Druckwirkung von bewegter Luft auf irgend eine Fläche oder Körper. Die Ermittlung der Gesetze des Winddrucks beschäftigte früh schon die Gelehrten und sicherlich hatten die Techniker des Altertums schon aus den praktischen Bedürfnissen der Schiffahrt richtige Vorstellungen über die Wirkung von Wind und Sturm, wenn sie auch über das Wesen des Luftdrucks im Irrtum blieben.

Die Frage, wie gross der vom Wind ausgeübte Druck ist, hat eben wie gesagt nicht nur theoretische, sondern eminente praktische Bedeutung. Die Standfähigkeit grösserer Bauwerke, wie Brücken, Türme und Schornsteine, ihre Form und Abmessung ist von den Ergebnissen der Berechnungen über den Winddruck, dem sie Widerstand leisten sollen, wesentlich abhängig.

Jedoch fallen Versuche, das Höchstmass des Winddruckes zahlenmässig zu berechnen, erst in die letzten 150 Jahre, insbesondere sind die Engländer auf diesem Gebiet bahnbrechend vorgegangen.

Tredgold, einer der ersten englischen Ingenieure des 18. Jahrhunderts, stellte auf Grund eingehender Berechnungen fest, dass alle Bauwerke einem Winddruck von 200 kg auf den Quadratmeter Widerstand leisten sollten. Aus seinen Versuchen

zog er den Schluss, dass der vom Winde ausgeübte Druck mit der Grösse der ihm ausgesetzten Fläche zunimmt. Von der Zeit an wurden alle Dächer, Brücken etc. darauf berechnet, einem Druck von 200 kg auf den Quadratmeter Widerstand leisten zu können. Da erfolgte 1879 der Einsturz der Tay-Brücke, deren Pfeiler wahrscheinlich nicht dem Winddrucke genügend Widerstand leisteten. Die englischen Behörden wurden bestürzt und bestimmten, dass alle Bauwerke künftig einem Drucke von 275 kg auf den Quadratmeter Widerstand leisten sollten und diese Bestimmung ist noch heute in Kraft. Eine derartige Steigerung der Standfähigkeit eines Bauwerks hat selbstverständlich eine entsprechende Verteuerung zur Folge.

In letzter Zeit ist jedoch die Richtigkeit der herrschenden Ansicht mehrfach von Baumeistern angezweifelt worden. Von neuem wurden Versuche gemacht, diesmal an der Forthbrücke, und dieselben konnten auf besserer Grundlage vorgenommen werden, als dies Tredgold möglich war. Man bediente sich zweier Platten, deren Oberflächen sich wie 200 : 1 verhielten, indem die eine 28, die andere 0,14 qm gross war. Das Ergebnis war den früheren direkt widersprechend. Der Druck des Windes auf die Quadrat-Einheit erwies sich um so *geringer*, je *grösser* die exponierte Platte war. Unter ganz gleichen Verhältnissen hatte die grössere Fläche nur $^2/_5$ des Druckes auf die Quadrateinheit auszuhalten, der auf der kleineren lastete.

Neuerdings hat Sir Wolf Barry voll und ganz die Richtigkeit dieser Beobachtungen nachgewiesen. Die Veranlassung dazu bot die neue Tower-Brücke in London, deren Balken, welche eine Oberfläche von ca. 500 qm hatten, einen Winddruck von $6-7^1/_2$ kg/qm zu ertragen hatten, während eine Versuchsplatte, welche 1 qm gross war, gleichzeitig 30—45 kg Druck anzeigte.

Welche ungeheure Summen in den letzten 60 Jahren auf Grund der falschen Auffassung vom Druck des Windes ohne Nutzen an Bauwerken aller Art verschwendet sind, lässt sich kaum ermessen. Sir Wolf Barry hat berechnet, wieviel sich an dem Bau der Tower-Brücke hätte ersparen lassen, wenn richtige Berechnungen über den Druck des Windes vorgelegen hätten, und kam zu einer erstaunlich hohen Summe.

Die von Tredgold aufgestellte Formel für die Grösse des Winddrucks auf eine ebene Fläche lautet:

$$P = 0{,}13 \cdot F \cdot v^2$$

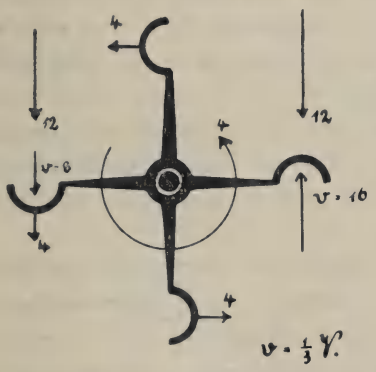
wo P Druck in kg, F Grösse der Fläche in Quadratmeter, v Windgeschwindigkeit in m/Sek bedeutet.

Sie drückt aus, dass eine Fläche von 1 qm von einem Wind von 1 m Geschwindigkeit mit einer Kraft von 0,13 kg getroffen wird, bei 2 m Geschwindigkeit aber mit 4 mal mehr nämlich 0,52 kg, bei 3 m Geschwindigkeit 9 mal mehr usw.

Bei grösster Windgeschwindigkeit von 40 m/S (wie z. B. in unseren Gegenden) liefert die Formel P = rd. 200 kg/qm.

Dass diese Formel unvollkommen ist, leuchtet sofort ein, da sie auf die Form der gedrückten Fläche keine Rücksicht nimmt und doch ist schon aus der täglichen Erfahrung erwiesen, dass der Druck des Windes wesentlich verschieden ist, je nachdem er sich auf erhabene, ebene oder hohle Flächen äussert, was sich am besten durch das Anemometer von Roberval annähernd rechnerisch nachweisen lässt.

Anemometer von Roberval,
$v = {}^1/_3\ v$



Auf einer vertikalen leicht drehbaren Axe ist ein horizontales Stangenkreuz befestigt, und an den Endpunkten der 4 Arme sind die 4 hohlen Halbkugeln aus Metallblech so angebracht, dass sie auf der einen Seite der Achse dem Winde die hohle (konkave) auf der anderen Seite dem Winde die erhabene (konvexe) Seite zukehren.

Da nun der Wind auf die hohle Fläche stärker drückt als auf die erhabene, so wird das Schalenkreuz im Sinne des stärkeren Winddruckes gedreht.

Die Achse überträgt die Drehungen auf ein Zählwerk und letzteres markiert die Zahlen auf einem Papierstreifen, der durch ein Uhrwerk gleichmässig fortbewegt wird.

Messungsversuche haben nun ergeben, dass die Mittelpunkte der Schalen sich mit einer Geschwindigkeit bewegen, welche

sehr nahe $^1/_3$ der Windgeschwindigkeit ist. Hat also der Wind etwa 12 m/Sek, so haben die Schalen 4 m/Sek Geschwindigkeit, folglich hat die hohle Schale links, welche vom Wind fortgetrieben wird, eine relative Windgeschwindigkeit von 8 m, während die erhabene Schale rechts, welche dem Winde entgegengetrieben wird, eine relative Geschwindigkeit von 16 m hat. Gleichwohl wird letztere noch mit etwas geringerer Kraft vom Winde gedrückt als erstere, da ja das Schalenkreuz sich in diesem Sinne dreht und sogar noch die Reibung des Zählwerkes überwindet. Aber nehmen wir an, die erhabene werde nur mit derselben Kraft gedrückt wie die hohle, so sehen wir, dass 16 m Windgeschwindigkeit auf die erhabene Fläche nur denselben Winddruck hervorbringen wie die 2 mal kleinere Windgeschwindigkeit 8 m auf die hohle Fläche. Aber bei 2 mal kleinerer Geschwindigkeit sollte der Winddruck 4 mal kleiner sein; da er sich gleich gross zeigt, so ist zu schliessen, dass die hohle Fläche bei derselben Windgeschwindigkeit einen viermal grösseren Winddruck erhält als die erhabene. Denken wir uns eine ebene Fläche von gleichem Querschnitt zum Vergleich dazu, so wird der Satz nicht weit von der Wahrheit abweichen: Bei derselben Windgeschwindigkeit erhält die hohle Halbkugel 2 mal mehr Winddruck als die ebene Fläche ihres Grenzkreises und diese zweimal mehr als die erhabene Fläche derselben Halbkugel.

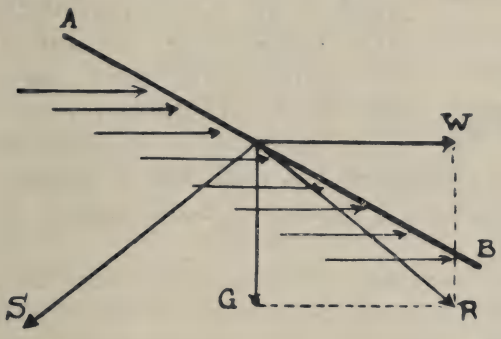
Es ergibt sich somit hieraus, dass die Winddrucksformel je nach der Form der gedruckten Fläche eines Coefficienten bedarf, der für die einzelnen Fälle durch Versuche zu bestimmen ist.

Für Halbkugeln kann dieser Coefficient bei Druck auf die Hohlseite = 2, für Druck auf die Rundseite = $^1/_2$ gesetzt werden.

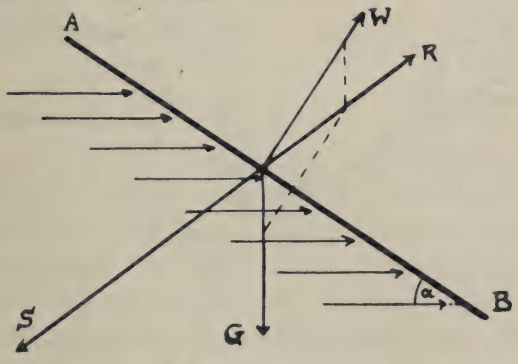
Allein auch die Giltigkeit der Formel allweg für ebene Flächen wird, wie wir schon gesehen haben, neuerdings nicht mit Unrecht angezweifelt. Die Druckwirkung des Windes ergibt eben keine so einfache Formel, die Coefficienten ändern sich mit Grösse und Form der gedrückten Flächen und damit, ob solche in Ruhe sind oder sich bewegen, sowie mit der Richtung, in welcher der Wind die Fläche trifft, insbesondere ob er im Sinne der Bewegung der Fläche oder dieser entgegengesetzt weht.

Weht der Wind gegen eine schräge, eine zur Windrichtung nicht senkrechte sondern geneigte Fläche, so ist der Winddruck stets senkrecht zu der Fläche.

Dieser Fundamentalsatz, ohne welchem z. B. in die Kenntniss der Flugbewegungen nicht eingedrungen werden kann, lässt sich am besten am Papierdrachen erläutern. Dieser stellt eine gegen den Wind schräg geneigte Fläche vor. Es sei AB in nebenstehender Figur der Drache, S die Richtung der Schnur, an welcher er gehalten wird. Nehmen wir an, der Winddruck den der Drache erfährt, läge in der Richtung des Windes, sei also dargestellt durch die Kraftlinie W,



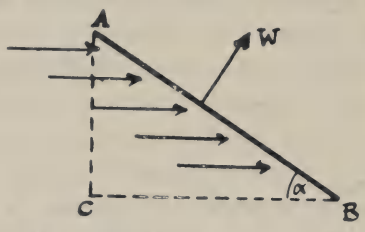
so wirkt auf den Drachen auch noch sein Eigengewicht G, die beiden Kräfte W und G geben die Resultierende R, welche am Drachen allein wirkt und mit der Zugkraft S, im Gleichgewicht sein, also in deren Richtung fallen muss. Da dieses nicht der Fall ist, muss unsere Annahme, der Winddruck falle in die Richtung W, offenbar unrichtig sein.



Nehmen wir jedoch an, der Winddruck geschehe senkrecht zur getroff. Fläche, habe also die Richtung W, so geben W u. G die Resultante R, welche in derselben Richtung aufwärts wirkt wie die Schnur S abwärts. Man erkennt, dass der Zug der Schnur den Drachen im Gleichgewicht halten

kann, indem er die Resultirende der am Drachen wirkenden Kräfte aufhebt.

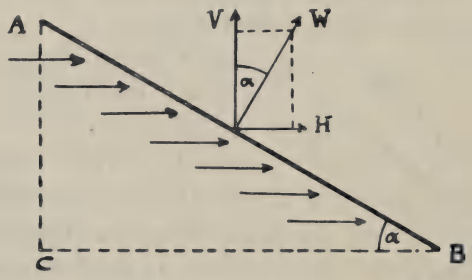
Trifft der Wind auf eine schräge Fläche, so ist der Winddruck naturgemäss nicht so stark, wie wenn er die nämliche Fläche senkrecht treffen würde, sondern nur so stark, wie wenn er die Projektion der Fläche auf die Windrichtung treffen würde.



So ist der Winddruck W auf die Fläche AB gleich dem Druck, welchen die Querschnittsfläche AC erhalten würde. Ist also AB der Durchschnitt einer gegen den Wind aufgedrehten Flügelfläche eines Vogels, A gehobener Vorderrand, B gesenkter Hinterrand, so dient der Winddruck W dazu, den Vogel während des flügelschlaglosen Gleitens zu tragen. ($AC = AB . \sin \alpha$)

Betrachten wir beim Vogelflug nur diese einfachste Form, den Gleitflug. Unter Gleiten, Schweben, Gleitflug oder Schwebeflug versteht man diejenige Art der Bewegung, bei welcher sich der Vogel, wenn er einmal eine Geschwindigkeit hat, mit horizontal ausgebreiteten Flügeln ohne Flügelschlag eine Zeitlang weiter bewegt.

Es sei nun AB = Querschnitt des Flügels von der Fläche F und



er sei um den Winkel α aufgedreht, v die Windgeschwindigkeit und W der Winddruck, so ist

$$\frac{AC}{AB} = \frac{AC}{F} = \sin \alpha \text{ oder}$$

$$AC = F \sin \alpha \text{ und}$$

$$W = 0{,}13 . F . v^2 . \sin \alpha$$

W zerlegt sich in 2 Komponenten, Tragkomponente V und Verzögerungskomponente H und zwar ist $V = W \cos \alpha$ oder $V = 0{,}13 . F . v^2 . \sin \alpha . \cos \alpha = {}^1/_2 . 0{,}13 . F . v^2 . \sin 2 \alpha$. Soll also der Vogel durch die Kraft V (die Tragkomponente) getragen werden, so muss diese gleich dem Gewicht G des Vogels sein, also muss sein $G = {}^1/_2 . 0{,}13 . v^2 . \sin 2 \alpha$ oder

$$\sin 2\alpha = \frac{2\,G}{0{,}13 \cdot F \cdot v^2}$$

Unter F braucht man nicht die Flügelfläche allein zu verstehen, man kann dafür die ganze Schwebefläche des Vogels nehmen. Man erhält sie, wenn man den ganzen Umriss des Vogels mit ausgebreiteten Flügeln und ausgebreitetem Stosse auf eine Ebene projiciert und die Fläche dieser Umrisszeichnung misst. Es besteht kein Zweifel, dass Leib und Stoss beim Schweben eine Rolle spielen und beide im Mittel ebenso stark aufgedreht angenommen werden können wie die Flügelflächen.

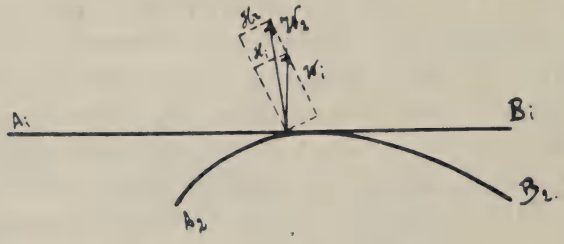
Viel wichtiger ist es aber, beim Schweben auf die gewölbte Form der Flügel und deren Einfluss Rücksicht zu nehmen. Wir verdanken den Versuchen O. Lilienthals nähere Aufschlüsse hierüber. Er fand, dass eine Fläche, welche nahe die Form und Wölbung eines Vogelflügels hat, wenn sie nur mässig hoch aufgedreht ist, einen Vertikaldruck vom Winde erhält, der sicher 3 mal grösser ist als bei einer ebenen Fläche. In vielen Fällen geben Lilienthals Versuche, besonders bei kleinen Winkeln, eine noch viel grössere Verstärkungszahl als 3. Gerade bei den Winkeln, die am häufigsten vorkommen, bei der Wölbung 1 : 12 und den Winkeln bis zu 10 °, ist die Verstärkungszahl über 3 und nimmt dann erst ab. Wegen der Wölbung der Flügel und der rinnenförmigen Einbuchtungen dort, wo die Flügel an den Leib angrenzen, darf man desshalb jede Flügelfläche mindestens 3 mal grösser in die Rechnung aufnehmen, als sie durch Messung gefunden wurde. Die Formel wird dadurch $\sin 2\alpha = \frac{2 \cdot G}{0{,}13 \cdot 3 \cdot F \cdot v^2} = \frac{2\,G}{0{,}39 \cdot F \cdot v^2}$

oder abgerundet $\sin 2\alpha = \frac{G}{0{,}2 \cdot F \cdot v^2}$

Aus ihr können für verschiedene Geschwindigkeiten v, Körpergewichte und Flügelflächen der Vögel die Grössen der Aufdrehwinkel und Schwebeflächen berechnet werden. Auch die Frage, ob und wie dem Menschen das Fliegen möglich ist, lässt sich aus der Formel beantworten. Sie ergibt z. B. für ein Gesamtgewicht von 75 kg und eine Windgeschwindigkeit von 6 m/S eine notwendige Flügelfläche von mindestens 10 qm. Dass Schwebeflug für den Menschen lösbar ist, hat Lilienthal

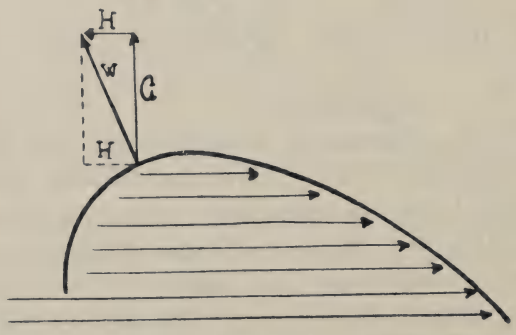
bewiesen, welcher mit einem selbstgefertigten Flugapparat das sinkende Schweben tatsächlich ausübte. Von einer Anhöhe aus abfliegend schwebte er einige 100 Meter weit fort, indem er sich in sanfter Linie senkte. Der Apparat versagte jedoch einmal, der kühne Forscher stürzte aus bedeutender Höhe ab und blieb tot. Es ging ihm also tatsächlich schlimmer als vor 100 Jahren seinem Vorkämpfer, unserem Landsmann, dem Schneider Berblinger von Ulm. Und doch war Lilienthal ein wissenschaftlich gebildeter Mann, der seine Flugversuche erst nach den gründlichsten Vorstudien vorgenommen hatte.

Die Verzögerungskomponente H ergiebt sich zu G tg α und hierzeigtsich ganz besonders der Nutzen der Flügelwölbung, denn die Verzögerungskomponente bleibt immer gleich,



während die Tragkomponente je nach der Wölbung mehr als 3 mal grösser werden kann. Es folgt daraus, dass der Vogel seine Flügel, um sein Gewicht zu tragen, unter 3 bis 4 fach geringerem Winkel zu erhöhen braucht, wodurch die Verzögerungskomponente ungefähr um das 3—4fache kleiner wird, als sie sonst gewesen wäre.

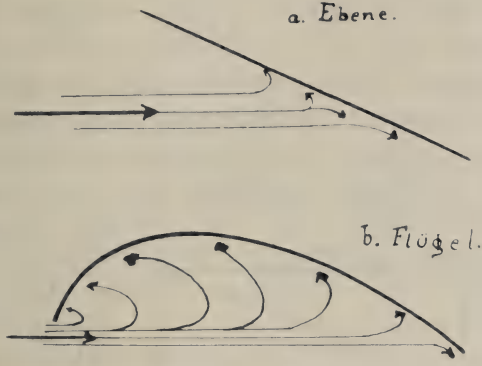
Ganz besonders von Nutzen ist die Flügelwölbung beim Streckenflug, d. h. wenn ein Vogel in gewöhnl. Art fliegt, indem er während der Fortbewegung mit den Flügeln schlägt. Aus den Messungsergebnissen, welche Lilienthal mit im Wind bewegten Flügelflächen



erhielt, ist zu folgern, dass die Verzögerungskomponente bei gewissen Aufdrehwinkeln und mit 1 : 12 gewölbten Flügelflächen

sogar negativ, d. h. nach vorn gerichtet ist und dass daher der Vogel beim Streckenfluge geradezu nach vorn gezogen wird.

Eine Erklärung dieses scheinbar widersprechenden Umstandes vermag man nur darin zu erblicken, dass wie z. B. ein Wasserstrahl, welcher schräg gegen eine Fläche trifft, nicht vollständig in der Richtung des grösseren Winkels abgelenkt wird, sondern teilweise auch nach der des kleineren Winkels ausweicht, so auch der Luftstrom, unter dem Vorderrand des Flügels eintretend, zu einem gewissen Teil in die Wölbung nach vorn gedrängt wird und dort nicht nur tragend, sondern gegen die Vorderfläche der inneren Wölbung vorwärts drückend wirkt. Das würde erklären, wie viele Vögel den ganzen Tag auf den Flügeln verbringen können, ohne zu ermüden.



Zu der behandelten Verzögerungskomponente kommen jedoch noch 2 verzögernde Einflüsse hinzu, die Luftreibung und die Querschnittsverzögerung, die beide je nach der Form des Vogels sehr verschieden sind. Im Mittel kann diese Verzögerung für Fluggeschwindigkeiten von 6—20 m/S etwa zu 0,4 m/S vorgenommen werden.

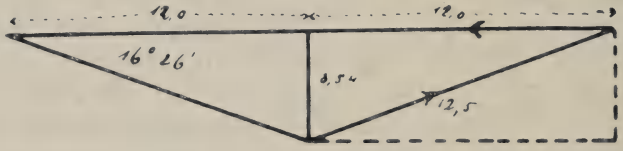
Wir haben im Vorstehenden nur den Gleitflug als die einfachste Flugart näher untersucht und den Streckenflug nur nebenbei erwähnt. Es lässt sich nachweisen, dass der Vogel beim Flügelschlag eine Kraft von mehr als seinem 4fachen Gewicht erzeugt. Mit dem einen Viertel trägt er sich während des Schlagens, mit der andern überschüssig erzeugten Kraft bewegt er sich vorwärts. Damit er während des Flügelhebens nicht sinkt, übt er inzwischen Gleitflug aus.

Der Vogel beschreibt nämlich mit jedem Punkt der Flügel einen Kreisbogen, der Druckmittelpunkt der bewegten Fläche liegt der Flügelform entsprechend etwa in $^{6}/_{10}$ der Flügellänge,

vom Drehpunkt, dem Schultergelenk ab gerechnet und unter der Annahme, dass der Schlagwinkel 90 ° ist, beschreibt demnach z. B. eine Krähe bei 47 cm Flügellänge während eines Flügelschlags mit dem Schlagmittelpunkt den Weg

$$s = \frac{2\,r\,\pi}{4} = \frac{2.0{,}6.0{,}47.3{,}14}{4} = 0{,}443 \text{ m.}$$

Die Krähe macht etwa 4 Schläge in der Sekunde, angenommen sie brauche die Hälfte der Zeit zur Hebung der Flügel, so ergibt sich die Geschwindigkeit des Schlagmittelpunktes zu $6 = 8.0{,}443 = 3{,}54$ m/S. Mit dieser Geschwindigkeit geht also der Flügel abwärts, gleichzeitig bewegt sich aber die Krähe mit rd. 12 m/S vorwärts und aus beiden Bewegungsrichtungen setzt sich die Richtung des Winddruckes auf die Flügel zusammen.



Diese Resultirende hat die Steigung $t\,\alpha = \frac{3{,}54}{12}$ oder $\alpha = 16\,^{0}26'$.

Die resultirende Geschwindigkeit ist $0 = V3{,}54^2 + 12{,}0^2 = 12{,}5$ m/S.

Es ist also wie wenn auf den ruhenden Vogel ein Wind von $16^1/_2\,^0$ Steigung und 12,5 m/S Geschwindigkeit einwirke. Da somit die Flügelfläche nicht senkrecht sondern geneigt getroffen wird, so ist sie zur Ermittelung des ausgeübten Druckes nach dem $\sin\alpha$ zu zerkleinern. Wir erhalten also für das Beispiel einer Saatkrähe von 0,586 Kgr. Körpergewicht und einer Flügelfläche $F = 0{,}1495$ qm $P = 3{,}0.0{,}13.F.\sin\alpha.v^2 = 3{,}0.0{,}13.01495.\sin 16\,^{0}26'.12{,}5^2 = 2{,}58$ kg., also mehr als $4.0{,}586 = 2{,}344$ kg w. z. B. w.

Die älteren Flugtheoretiker sind mit der alten Tredgold'schen Winddrucksformel zu keinen brauchbaren Ergebnissen gelangt und haben die zum Fliegen erforderliche Arbeit weit überschätzt. So wurde früher berechnet, dass ein Storch von 4 kg Gewicht bei einer Flügelfläche von 0,5 qm zur dauernden Hebung in der Luft eine sekundliche Arbeit von mehr als 1 P. S leisten müsse, während in Wirklichkeit von ihm kaum $^1/_{10}$ P. S. selbst beim ungünstigsten Fliegen geleistet wird. Wie schon erwähnt, ver-

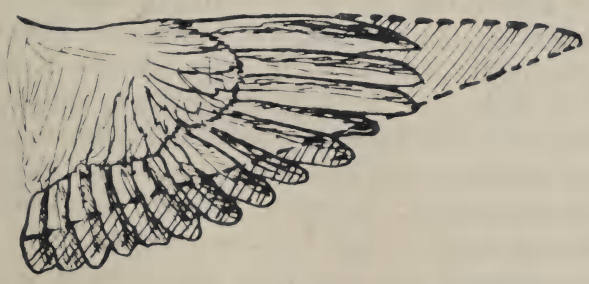
danken wir vor allem Lilienthals Versuchen Verbesserungen in solchen Rechnungen.

Eine vollständige mathemat. Lösung des Problems des Vogelflugs samt den zugehörigen Erscheinungen ist neuerdings von Winter *) gegeben worden. Er hat die Hauptformen des Fluges einer Erklärung und Berechnung unterzogen auf Grund eingehender Aufnahmen über Körperbau, Flugwerkzeuge, Nahrungsaufnahme, Gewicht, Flugart, Fluggeschwindigkeit verschiedener Vögel.

Er hat den Gleitflug, Finkenflug, Rüttelflug, Segelflug und Streckenflug mit ihren Abarten in den Kreis seiner Beobachtungen gezogen. Es würde hier natürlich zu weit führen, wollte ich Ihnen die Winter'schen Berechnungen einzeln vorbringen, die Elemente habe ich Ihnen ja bereits dargelegt. Ich kann Ihnen nur das Lesen seines interessanten Büchleins empfehlen.

Doch ist trotzdem Manches beim Vogelflug, z. B. der Finkenflug, der Rüttelflug und das schwebende Fallen noch nicht gehörig geklärt und bedarf weiterer Beobachtungen und Rechnungen.

Neuerdings hat auch Buttenstedt darauf hingewiesen, gewisse Ergebnisse bei den Winddruckversuchen in England für die Flugtechnik zu verwerten. Er geht darauf hinaus, den Umstand, dass die Grösse des Winddrucks pro □-Einheit zunimmt mit abnehmender Fläche und zunehmender Geschwindigkeit derselben beim Vogelflug in den Kreis der Berechnungen zu ziehen. Buttenstedt ist ein guter Beobachter, er hat schon im J. 1882 eine Flugtheorie aufzustellen versucht, die u. A. den heute noch giltigen Satz ent-



*) Der Vogelflug. Erklärung der wichtigsten Flugarten der Vögel mit Einschluss des Segelns und Kreisens von Wilhelm Winter, K. Gymnasialprofessor für Mathematik und Physik in Regensburg. München. Th. Ackermann.

hält: „Die schmalsten Flügler sind die besten Flieger“, d. h. diejenigen Flügel, welche beim Fluge in der Bewegungsrichtung am schmalsten sind, haben die beste Tragkraft. Auf den ersten Blick erscheint dies widersinnig, da man glaubt, eine breitere Fläche müsse mehr tragen können als eine schmale. Es ist jedoch in der Flugtechnik keineswegs gleichgiltig, welche Form eine Flugfläche hat. Wenn man einer Elster, einem Nusshäher von ihren breiten Flügeln die hintere Hälfte abschneiden würde und setzte diese neben die vordere Hälfte, so dass der ganze Flügel nunmehr doppelt so lang, aber nur halb so breit wie früher wäre, ähnlich wie bei der Möve, so würden die Tiere besser fliegen können, d. h. ihre Flugflächen würden eine grössere Flugfähigkeit, eine grössere Tragkraft haben.

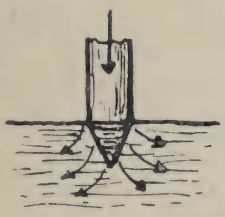
Der Grund dieser Erscheinung soll nun darin liegen, dass der Vogel seine Flügel als Fallschirmflächen benützt, welche auf die unteren Luftschichten drücken, auf denen sie Widerstand finden.

Dieser Widerstand, den die Luftmasse ihrer Verdrängung durch die untere Flügelfläche dem Flügel entgegensetzt, beruht in ihrer Trägheit. So dünn die Luft auch ist, so gehört zu ihrer Verdrängung und Fortschiebung aus dem Raume, den sie gerade inne hat, doch eine gewisse Kraft und auch eine gewisse Zeit. Je grösser die Kraft ist, um so schneller gibt die Luftmasse dem Drucke der auf sie einwirkenden Kraft nach. Aber andererseits kommt gerade beim Fluge in Betracht, dass wenn eine selbst kleine Kraft lange auf dieselbe Luftmasse drückt, diese dem Druck doch nachgibt, während wenn dieselbe Kraft aber nur kurze Zeit wirkt, sie weniger nachgibt, so dass bei sehr kurzem Drucke die träge Luftmasse kaum merklich nachgibt und einen sehr grossen Druck gewährt, den eben der Vogel beim Fluge als Stütze benützt, indem er schnell mit seinen Flügeln sich auf immer andere, träge Luftmassen stützt.

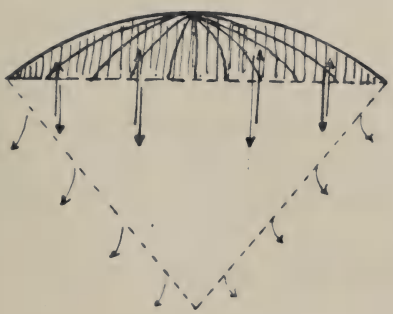
Würde er stets dieselbe Luftmasse unter seinen Flugflächen behalten, so würde die Luft leichter nachgeben und dann würde er schnell zur Erde sinken, wie dies ja auch an den Fallschirmen zu sehen ist.

Buttenstedt glaubte dies durch Versuche nachweisen zu können. Er liess einen Fallschirm von der Fläche und Schwere eines ausgestopften Adlers gleichzeitig mit einem solchen die Flügel ausbreitenden Adler bei bewegter Luft aus einer Höhe von 20 m fallen. Der starre Fallschirm langte bereits in 8 Sekunden nahezu senkrecht fallend auf der Erde an, da er dem Winddruck wenig nachgab. Der tote Vogel dagegen, dessen elastische Flügel vom Winddruck von unten gegen oben schräg gedrückt wurden, erhielt sich tatsächlich viel länger schwebend und berührte die Erde erst in einer viel grösseren Entfernung vom Fallort. Wäre seine horizontale Geschwindigkeit noch grösser gewesen, so wäre natürlich sein Fall noch länger aufgehalten worden und zwar nicht allein in Folge des Winddrucks, sondern mindestens in demselben Grad noch wegen Erhöhung des Luftwiderstandes. Und hierin erblickt Buttenstedt das Entscheidende!

Je kürzer wir eine Fläche dem Luftdruck aussetzen, umso grösser ist der Druck, den die Luft auf die Fläche ausübt. Der Fallschirm hatte nur wenige Luftsäulen unter sich und fiel zur Erde, als er diese zur Seite gedrückt hatte und dies glückte ihm deshalb leicht, weil ihm eine physikalische Eigentümlichkeit der Luft sehr zu statten kommt. Wenn man nämlich einen stumpfen Pfahl in die Erde schlägt, dann bildet sich von selbst eine Spitze unter dem Pfahle von zusammengepresstem Erdreich, welche das Eindringen des Pfahles in die Erde erleichtert.



Genau so ist es auch mit dem Fallschirm, denn auch unter seiner Fläche bildet sich eine Spitze von zusammengepresster Luft, welche das Eindringen des Fallschirmes in seine Luftsäule erleichtert. Hier bewegt sich nun der Fallschirm gegen die unten lagernde Luft. Derselbe mechanische Effekt entsteht aber auch, wenn eine Fläche still steht und der Luftdruck,



der Wind, sich gegen diese Fläche bewegt, wie z. B. gegen Häuser, Türme, Brücken, Segelschiffe etc., da bildet sich vor jeder Fläche eine Spitze aus komprimierter Luftmasse und erleichtert das Eindringen der Fläche in den Wind, d. h. mit anderen Worten, diese Spitze schwächt den Winddruck ungemein ab. — Da aber der Vogel von einer Luftmasse, Luftsäule, auf die andere gleitet, so lässt er in seiner seitlichen Bewegung zur Druckrichtung der Luft unter den Flügeln die Bildung einer schwächenden Luftspitze gar nicht zu, sondern seine Flügel empfangen stets den Volldruck ungeschwächter Luftmassen. Er mag eine Flügelbreite von $^1/_2$ m haben, und da er z. B. 500 m zurücklegte, bevor er die Erde erreichte, so hatte er 1000 mal eine neue Luftmasse unter seinen Fittigen, und diese leisten selbstredend einen grösseren Widerstand, als nur die einzige, die dem Fallschirm als Stütze zu dienen hatte. Nach Buttenstedt's Flugtheorie hat eine breite Flugfläche nicht so grosse Tragkraft als eine schmale, weil sie länger auf ein und derselben Luftmasse ruht als letztere. Die neuesten englischen Forschungen über Winddruck scheinen die Richtigkeit dieser Anschauungen über die Vorgänge beim Vogelflug in Manchem zu bestätigen, jedenfalls beweisen sie, dass man den Winddruck gegen Gebäude, Türme, Strassen, Brücken etc. bisher überschätzt hatte, aber, und das ist hier die Hauptsache, sie beweisen auch, dass man den Winddruck gegen Eisenbahnbrücken, über die gerade ein Eisenbahnzug fährt, unterschätzt hat.

Denn wenn ein Zug auf der Eisenbahnbrücke steht und ein Seitensturm wirkt auf Brücke und Zug, dann hat man auf letzteren nicht mehr Druck zu rechnen als auf die Fläche eines stehenden Gebäudes, sobald aber der Zug mit seinen Flächen sich seitlich vom Winddrucke fortbewegt, da wächst sofort der Winddruck um das Vielfache, weil sich die winddruckschwächende Spitze vor den Flächen des Zuges gegen den Wind nicht günstig genug bilden kann; die Schnelle des Zuges läuft hinter der in Bildung begriffenen Spitze hinweg.

Und dieser Winddruck auf Zug und Brücke ist um so grösser

1. je schneller der Zug seitlich vom Windstriche fährt, denn da wechselt er eben seine seitliche Windsäule schneller im ungünstigen Sinne;

2. je kürzer seine Wagen sind, je mehr also der Wind zwischen den Wagen-Intervallen hindurchfluten und den sich etwa bildenden, günstig abschwächenden Luftkegel (Spitze) zerstören kann; denn Segel, welche durchlocht sind, haben erfahrungsgemäss stärkeren Winddruck als Vollsegel; auch die Flügelflächen der Vögel zeigen eine derartige Durchlochung an ihren Vorderenden, da die spitz zulaufenden Handschwingen (10 Schwungfedern 1. Ordnung) so verstellt werden können, dass Schlitze zwischen ihnen entstehen, wie zwischen den Fingern einer Hand;

3. je mehr der Winddruck seitlich von vorn bis zu gewissen Grenzen kommt, weil demnach noch das „Entgegenfahren“ gegen den Wind den schnellen Wechsel der seitlichen Windsäule vermehrt und die Druckkraft verstärkt.

Die Tay-Brücke, welche nach allen Regeln der Baukunst gebaut, allen bisherigen Stürmen seit Jahren getrotzt hatte, wurde vom Sturm in dem Zeitpunkte umgeworfen, als ein Zug in voller Fahrt über sie hinfuhr.

Wäre die Brücke nicht stark genug gewesen, sich allein gegen den seitlichen Sturm halten zu können, dann wäre sie bereits vor Eintreffen des Zuges umgeworfen worden; den Sturz hat die Schwere des Zugs doch nicht eigentlich begünstigt, sondern sogar noch erschwert, aber der seitliche Winddruck auf den Zug hat auch die Gunst der Schwere des Zuges noch mit aufgehoben, und nur dieser erhöhte Seitendruck durch die schnelle Fahrt führte die Katastrophe herbei, die eine langsame Fahrt wahrscheinlich verhütet hätte. Denn die schnelle Fahrt macht die exponirten Seitenflächen des Zuges schmäler, weil sie eben schnell hinter dem Windstau weggezogen werden, und gerade dieser Umstand vermehrt die Kraft des Winddruckes.

Daraus würde folgen:

1. dass der Seitendruck, den der Sturm auf einen Zug und damit auf eine passierte Brücke ausübt, um so geringer ist, je langsamer die Brücke passiert wird;

2. dass die Spannweite der Öffnungen der Eisenbahnbrücken und die Geschwindigkeit der Bahnzüge auf den Brücken ihre natürlichen Grenzen neben anderen auch in der Grösse des Winddrucks haben;

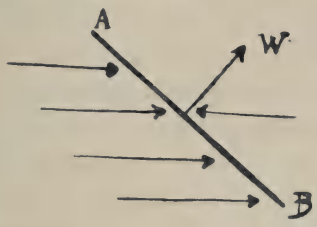
3. die Brücken so zu konstruiren sind, dass der Grundriss des Trägers sich von der Mitte gegen die Auflagen hin erbreitert, weil dadurch dem seitlichen Drucke des Sturmes entgegengewirkt wird, da das Trägerwerk sich auf den Pfeilern auf eine breitere Standfläche stützen kann;

4. bei Metallbrücken nicht flache oder scheibenförmige Konstruktionsteile, sondern solche von rundem Querschnitt zu wählen sind, Rohre oder massive Stangen, weil der Wind, wie wir schon oben beim Anemometer gesehen haben, bequem um solche Formen herumlänft und sich wenig staut, wovon man sich überzeugen kann, wenn man ein Trinkglas so vor den Mund hält, dass der Boden oben oder unten ist, ein brennendes Streichholz dahinter hält, scharf blässt und dadurch sofort das Licht hinter dem Glase auslöscht; hinter einer Scheibe bringt man das nicht zuwege. Der Wind läuft ohne Stauung um jeden runden Gegenstand herum; wahrscheinlich formte die, auch in mechanischer Beziehung allweise Natur alle Bäume mit rundem Querschnitt, damit sie den Stürmen besser entgegenwirken können. — Und endlich

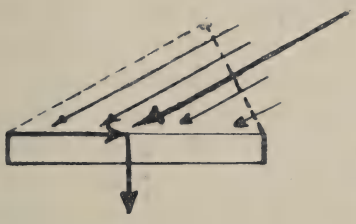
5. dass man bei Stürmen nur so viel Wagen eine Brücke mit grossen Spannweiten passiren lässt, als voll beladen sind, damit dem seitlichen Drucke auch in der Zugschwere wenigstens halbwegs ein Gegendruck entgegengesetzt wird. Sehr lange Züge sollten bei Seitenstürmen über schwache Brücken nicht gelassen werden, da der Seitendruck gegen einen langen, fahrenden Zug bei Sturm ganz enorm ist. Man kann die Richtigkeit dieser Erfahrung auch an sich selbst erproben. Bei heftigem Sturm, der uns beim Gehen seitlich trifft, steht jeder unwillkürlich still, wenn er Gefahr läuft, vom Winddruck bei Seite geschoben zu werden. Er ist dadurch im Stand, den Druck viel leichter auszuhalten als beim Gehen.

Das Ergebnis dieser Sätze lässt sich auf die Katastrophe an der Tay-Brücke wie folgt kurz anwenden:

Den Sturz der Tay-Brücke verschuldete nicht der Seitensturm an sich, auch nicht die gleichzeitige Überfahrt des Zuges, sondern nur die schnelle Gangart des Zuges, weil seitlich zur Winddruck-Richtung bewegte Flächen einen ungemein verstärkten Druck erfahren, der mit der Schnelle der Fahrt wächst und noch mehr verstärkt wird, wenn der Wind zugleich der Fahrt noch etwas entgegenkommt.



Der schwebende Vogel, der den Winddruck, der ihn trägt, vertikal von unten nach oben empfängt, verstärkt diesen Druck dadurch, dass er sich horizontalschwebend, also rechtwinkelig zur Winddruck-Richtung bewegt.



Der fahrende Zug auf der Tay-Brücke empfing den Winddruck auf einer Seitenfläche, bewegte sich rechtwinkelig zu dieser Winddruck-Richtung fort und verstärkte dadurch so die Windkraft, dass der Zug seitlich geworfen wurde und die Brücke mit umriss.

Ob diese Ausführungen allweg richtig sind, lasse ich dahingestellt. Sie stimmen aber mit den Ergebnissen der Forschungen über Winddruck, sonstigen Versuchen und Erscheinungen beim Sturz der Tay-Brücke und beim Vogelflug so auffallend überein, dass ihnen bis zu einem gewissen Grad die Anerkennung kaum wird versagt werden können.

Ob es wirklich gelingt, die Ergebnisse der neuesten Winddruckversuche auf die Flugtechnik fruchtbringend anzuwenden, steht in Frage. Es fehlt zurzeit Buttenstedts Aufstellungen gerade im Wesentlichen noch die wissenschaftliche Verarbeitung und diese muss zu Flugversuchen vor allem erbracht werden.

Wenn er mit der Begeisterung eines Erfinders ausruft: „Der Sturz der Tay-Brücke ist ein Beweis, dass wir einst grosse Lasten mit grosser Schnelle auf schwebenden Flächen durch das

Luftmeer tragen werden, sobald wir richtige Flächenformen wählen", so wollen wir nur wünschen, es möge ihm diese Wahl gelingen. Weniger zuversichtlich spricht sich Winter über die so viel erörterte Frage aus, ob dem Menschen je einmal das Fliegen wirklich möglich sei. Im Hinblick auf die grosse Masse des Brustmuskels und auf die ganz ausserordentliche Nahrungsaufnahme der Vögel glaubt er, dass der Mensch einen Flug nach Art des Streckenfluges der Vögel niemals zu leisten im Stand sein wird. Denn die Arbeit bei diesem Flug sei eine das Menschenmass so weit übersteigende, dass sie von Menschen nie wird geleistet werden können, selbst wenn sie auch durch ganz vorzüglichen Flügelbau noch etwas herabgemindert werden könnte. Eine wesentliche Herabminderung erscheine aber nicht wahrscheinlich, da der Vogelflügel bereits ein sehr vollkommenes Werkzeug sei.

Anders sei es bei Schwebeflug und Segelflug. Ersterer sei ja Lilienthal bereits gelungen. Von da bis zum Segeln sei nur ein Schritt, wenn auch ein grosser. Der Segelflug ist diejenige Flugart, bei welcher der Vogel ähnlich dem Schiff die Kraft des Windes zur Vorwärtsbewegung ausnützt, er spannt seine Flügelflächen aus, um den Winddruck aufzunehmen, er leistet dabei keine Arbeit aus sich, sondern nimmt Arbeitsfähigkeit von aussen her auf, bedarf also zum Segeln keines Motors, sondern nur einer geeigneten Konstruktion wie das Schiff.

Dass der Segelflug möglich ist, zeigen die Vögel, man weiss aber zunächst nur, dass ihnen dies durch eine geschickte Ausnützung der Windkraft gelingt. Wie aber die für den Menschen passenden Flügel zu machen wären, das können nur Versuche erproben. Jedenfalls müssen die Flügel lang und schmal sein, denn dieses Vorbild bietet die Natur uns bei jedem Segler. Auch müssen sie in ihren Teilen veränderlich sein, sodass wenn auch der den Armschwingen entsprechende Teil fest und unveränderlich ist, doch der den Handschwingen entsprechende Teil kleinere Veränderungen in seiner Stellung machen kann. Denn er müsste sich etwas aufdrehen und etwas zurücknehmen lassen.

An Muskelkraft können wir es den Vögeln nicht gleich tun, auch sind sie im Bau ihres Knochengerüstes und ihrer Atmungsorgane zweifellos uns voran. Allein an Verstand übertreffen wir sie sicher. Deshalb meint Winter, sei die Hoffnung nicht aufzugeben, dass wir ebenso geschickt wie die Vögel, vielleicht noch geschickter, die Naturkraft des Windes ausnützen und damit eine Art Segelflug erlernen, der uns erlaubt, mühelos die Luft zu durcheilen und den Wind zu meistern.

Das wird einen neuen Sport geben! Das Fliegen wird, wenn es je gelingt, wohl nur ein solcher bleiben, ein halsbrecherischer, darum aber auch ein hübscher.

Ueber Zahlenaberglauben, Tagesaberglauben und die magischen Quadrate.

Von Professor **Sauter** in **Ulm.**

Die nachstehenden Untersuchungen beanspruchen weder den Character einer mathematischen, noch überhaupt einer bestimmten wissenschaftlichen Abhandlung, sie bilden vielmehr die Zusammenstellung einer Reihe aus allerlei Quellen stammender Notizen, die ich mir im Laufe der Zeit bei Gelegenheit anderer Studien und Arbeiten gesammelt habe und von denen ich glaube, dass sie für Jedermann einiges Interesse haben dürften.

Die Zahl hängt von Alters her so intensiv mit den Lebensäusserungen und Lebensgewohnheiten des Menschen zusammen, dass es sich wohl lohnt, sich ein wenig Rechenschaft darüber zu geben, welche Rolle sie in der angegebenen Richtung im Alltagsleben spielt.

Der Zahlenaberglauben und die Zahlensymbolik sind uralt und bei allen Völkern zu finden und zwar sind es die Zahlen der 1ten Dekade und einige ihrer Vielfachen, die im Zahlenaberglauben eine grosse Rolle spielen. Zu diesen Zahlen tritt dann vor allem noch hinzu die Zahl 13.

Im Vordergrunde des Zahlenaberglaubens und der Zahlensymbolik steht die Zahl 3.

Die 3-Zahl (Trias) ist die 1te, mit welcher die Vorstellung einer wirklichen Menge verknüpft ist; in ihr ist Anfang, Mitte und Ende und nichts weiter. Die Zahl 3 galt daher von jeher für eine vorzugsweise heilige Zahl, der man in der körperlichen

wie in der geistigen Welt eine hohe Bedeutung und einen geheimen Zauber beilegte. Dass schon dem Juden die 3malige Wiederholung einer Handlung bedeutungsvoll war, bezeugen viele biblische Stellen. Noah hatte 3 Söhne, von denen die Dreiteilung der Völker ausging. Der Grieche teilte dem Hellen, der Germane dem Thuiskon 3 Söhne zu. Die auf die indifferente Eins folgende Zwei erzeugte Gegensätze, welche insbesondere den dualistischen Lehren zu Grunde liegen, aber durch die Drei wieder zu einer höheren Einheit verbunden werden. Daher war schon den Pythagoräern die 3-Zahl die vollkommenste, denn sie sahen in ihr, als der Vereinigung der Monas (Einheit) und der Dyas (Zweiheit) die 1te Verbindung der von ihnen angenommenen Grundprinzipien aller Dinge. Auch Aristoteles legt der Trias eine besondere Bedeutung bei, indem er alles aus Anfang, Mitte und Ende bestehen lässt. So stuft man Klassen, Aemter, Orden, Titel, Stände, gerne in 3 Grade ab; z. B. Lehrling, Geselle, Meister; Schüler, Studenten, Doktoren; Pagen, Knappen und Ritter; Arme, Mittelstand und Reiche oder man zerlegt Symbole in 3 Glieder, z. B. Glaube, Liebe und Hoffnung. Der 3-Fuss war den Griechen das Attribut des orakelgebenden Gottes, das 3 Eck den Indern das des Nationalhelden Krischna, bei den Aegyptern das der Inkarnation des Osiris und des Apis, bei den Persern das der Fruchtbarkeit des Mythras. (Lichtgotts.) Im altindischen Brahmanismus finden wir die Trias als Brahma (Weltschöpfer), Vischnu (Erhalter und Beschützer) und Siwa (Zerstörer des Weltalls). Die überwiegende Mehrzahl der christlichen Bekenntnisse zählt die 3-Einigkeit Gottes — Vater, Sohn und heiliger Geist — zu ihren Fundamentallehren, als Analogon zu den klassischen Zeus, Poseidon und Pluto. Selbst in neueren philosophischen Systemen (Fichte, Hegel u. a.) spielt die geheimnisvolle 3-Zahl eine Rolle. Für die Bedeutung der 3-Zahl bei den Alten sprechen auch sonst noch zahlreiche Umstände. Der Cerberus hatte 3 Köpfe, es gab 3 donnerschmiedende Cyclopen, 3 Erinnyen, 3 Parzen, 3 Horen und 3 Grazien, anfangs 3 und später 3 mal 3 Musen.

Im Altgermanischen bilden die 3 Schicksalsschwestern als Göttinnen der Geburt, der Heirat und des Todes die Parallele zu den 3 Parzen. Die Römer schlachteten an den Suovetaurilien

3erlei Vieh und stellten um den Esstisch 3 Sofas, jedes mit 3 Plätzen. Sie hatten 3erlei kurulische Würden, 3erlei Bänke des Senats und zuletzt auch 3erlei Stände. Schon Romulus zählte 3 Tribus und wenn die Triumvirate, welche den Sturz der Republik zur Folge hatten, auch zufällig gewesen sein mögen, so vertraute man in Rom wichtige Aufgaben doch meist 3 Männern an. Im Neuen Testament finden wir, dass Christus 3mal von Petrus verleugnet wurde. Bei der Kreuzigung Christi wurden im ganzen 3 Personen, jede mit 3 Nägeln, ans Kreuz geschlagen. Zur Erinnerung daran, wird in der kath. Kirche, bei öffentlichen und bei Privatgebeten mit 3 Fingern das Zeichen des Kreuzes gemacht, oder wie man auch sagt, „das Kreuz geschlagen.“ Die Sitte, dass des Schreibens Unkundige mit 3 Kreuzen anstatt mit ihrem Namen unterzeichnen, findet sich schon im 6. Jahrhundert. Das Zeichen mit den 3 Kreuzen findet man überhaupt sehr viel in Urkunden, besonders die Bischöfe setzten die 3 Kreuze, zur Auszeichnung ihrer Würde, vor ihren Namen. Dass auch die Gegenwart der Zahl 3 wenigstens gewohnheitsmässig noch eine gewisse Bedeutung beibringt, beweisen das 3malige Aufgebot bei christlichen Vermählungen, das 3malige Läuten vor dem Gottesdienst, das 3malige Ausschreiben bei gerichtlichen Verhandlungen, der 3malige Aufruf bei Versteigerungen, das 3malige „Lebe hoch“ bei festlichen Versammlungen, das jetzige 3malige „Hurrah“ bei militärischen Festlichkeiten u.s.w. Auch in der Logik tritt die 3-Zahl bedeutsam auf. Sie zählt 3 Funktionen des Verstands: „Begriffsbildung, Urteilsbildung und Schlussbildung“ und leitet bei der letztern aus 2 gegebenen Urteilen das 3te ab, sowie sie zu der Thesis und Antithesis als die Verbindung von beiden noch die Synthesis hinzufügt. Die Grammatik führt 3 Geschlechtsformen, 3 Zahlformen, 3 Steigerungsgrade u.s.w. Die Mehrzahl der Strafgesetzgebungen hat dem franz. Recht die Dreiteilung in Verbrechen, Vergehen und Uebertretungen entlehnt. Das deutsche Strafgesetzbuch bezeichnet eine mit Tod, Zuchthaus und Festungshaft von mehr als 5 Jahren bedrohte Handlung als Verbrechen; Festungshaft bis zu 5 Jahren, Gefängnis und Geldstrafe von mehr als 150 Mark als Vergehen und mit Haft oder mit Geldstrafen weniger als 150 Mark bedrohte Handlungen als Uebertretung.

Da ferner fast jedem Menschen die Fähigkeit zukommt mit einem Blick sofort unmittelbar 2 oder 3 Dinge zu erfassen, so will daher das Sprichwort „er kann nicht bis 3 zählen“ d. h. er kann nicht 3 Dinge erfassen, ausdrücken, dass der Betreffende auf einer sehr tiefen Stufe der Intelligenz steht. Uebrigens ist die Fähigkeit, mit einem Blick mehrere Dinge zahlenmässig zu erfassen, sehr gering. Das Auge ist nämlich ein sehr schlechter Zahlenkünstler; auch bei Gebildeten hört das gleichzeitige Erfassen eines einzigen Zahlenbegriffs rascher auf als man denkt; gewöhnlich schon mit der Zahl 5; mit Sicherheit erstreckt es sich kaum bis zur Zahl 10 und niemals in die 2te Dekade, denn dann hat das plötzliche sichere Erfassen ein Ende und es beginnt die Schätzung, welche die Wahrheit zufällig treffen, aber auch an ihr vorbeigehen kann. Ist die Zahl der Dinge grösser als 3, so ordnet sie der Mensch gewöhnlich in Gruppen zu 2 und zu 3, welche jede unmittelbar übersehen werden können. So wird z. B. „4“ vielfach durch 2 und 2, „5“ durch 2 und 3 oder durch 2 mal 2 und 1 gemessen. Ebenso ist es Tatsache, dass Teilungen in der Vorstellung um so schwieriger sind, je grösser die Zahl der Teile werden soll. Mit anderen Worten, die Teilung in 2 gleiche Teile gelingt uns am besten. Durch Wiederholung der Zweiteilung gelangt man zur 4 Teilung, 8 Teilung u.s.w. Alle diese Teilungen werden für uns viel leichter, als z. B. eine Dreiteilung, eine Fünfteilung u.s.w.

In den deutschen Rechtsaltertümern finden wir aufgeführt: 3 Stämme, 3 Stände, 3 Gäste, 3 Knochen, 3 Stuhlbeine, 3 Zaunstecken, 3 Aeste am Zweig, 3 Stränge am Strick, 3 Stück Obst oder 3 Rüben mag ein Vorübergehender nehmen, 3 Türen im Haus, 3 Späne, 3 Halme, 3 Farben, 3 Stuben, 3 Eichen sind am Hauptplatz, 3 Masken, 3 Wasser, 3 Beine; 3 Finger sind beim Schwören in die Höhe zu halten, und 3 Worte sind dabei zu sagen, 3 Fragen im Schöffenstuhl, 3 Zeugnisse genügen, 3 Häuser, 3 Nöte gab es (Raub, Brand, Diebstahl), von 3 Strafen konnte eine ausgelesen werden, 3 Jahre und 3 Tage, 3 Jahre und 3 Nächte wurden oft als Frist bestimmt. Bekannt ist auch der Spruch: „3 Jäger, 3 Fischer und 3 Vogelfänger vermögen nicht zu ernähren einen Müssiggänger“. So sieht man, dass aller guter Dinge 3 sind und bekannt ist wohl jedem der Spruch: „tres faciunt collegium“.

Auch geschichtlich spielte die 3-Zahl zu allen Zeiten eine grosse Rolle. „3 Tage vor seinem Tode soll Sokrates zu seinen Freunden gesagt haben, es habe ihm geträumt, dass er nach 3 Tagen sterben müsse."

„3 Tage vor seinem Tode träumte dem König Heinrich III. von Frankreich, es werden 3 Sachen, seine Krone, sein Scepter und der Purpurmantel von einem Mönche mit Blut bespritzt werden. Als er diesen Traum dem Abt von St. Denys erzählte, riet dieser ihm, gute Wache halten zu lassen. Der König achtete nicht auf diesen Rat und wurde von dem Dominikaner Clement ermordet."

Gehen wir zum alltäglichen Leben über, so finden wir die 3-Zahl in Hülle und Fülle z. B. in den Bauernregeln:

„Ist's 3 Tage vor dem St. Jakobstag schön, so wird gut Korn getragen auf die Böhn."

„Kohl muss am Gründonnerstag unter dem Kirchenläuten gesäet werden, dann muss man ihn 3 Feiertage hintereinander hacken."

„Erbsen am Gründonnerstag gesäet, besonders wenn es 3 Tage vor Neumond ist, werden ganz besonders gedeihen; sät man am 12. März Erbsen und Wicken, besonders 3 Tage vor Neumond, so blühen sie gleich ab."

„Steckt man 3 Reiser vom Pfingstmaien aus der Kirche, worüber der Segen 3mal gesprochen worden ist, in ein Krautbeet, so tun die Erdflöhe dem Gewächs keinen Schaden, ist auch für andere Dinge gut."

„Am 17. Sept., am St. Lampertus, kann man säen und Bäume versetzen, aber 3 Tage vor und 3 Tage nach Vollmond, der um die Tag- und Nachtgleiche fällt."

„Eine reiche Ernte sichert man sich, wenn man 3 Kornähren hinter den Spiegel steckt."

„Soll ein junger Haushund recht scharf werden, so gibt man ihm am Weihnachtsabend 3 Bissen mit Salz bestreut."

„Tiere, die man ans Haus gewöhnen will, führe man 3mal ums Tischbein herum oder lasse sie 3mal in den Spiegel sehen."

„Wer an den heiligen 3 Abenden (Weihnacht, Neujahr, 3-Königstag 6. Jan.) Geld zählt, dem fehlt es das ganze Jahr

nicht und wer gar am heiligen 3-Königstag stiehlt, ohne ertappt zu werden, kann das ganze Jahr sicher stehlen."

„Wenn man vom Feuer dieser 3 heiligen Abende am Morgen noch glühende Kohlen findet, so mangelt es das ganze Jahr an nichts."

„Füttert man den Hühnern an diesen 3 Abenden Rogen, so geben sie viel Eier; den Kühen den Milchling vom Häring, so geben sie viel Milch."

„Am Christabend soll man für 3 Heller Semmel kaufen, solche in 3 Bissen zerteilen und durch 3 Gassen gehend in jeder ein Stück lassen, dann wird man in der Dritten seinem Liebsten oder seiner Liebsten begegnen."

„Wenn einer am Charfreitag vor Sonnenaufgang 3 Messerspitzen voll Hafer isst, dem schadet kein Trunk, er trinke, was er wolle."

Auch zur Heilung von Krankheiten ist die 3-Zahl unerlässlich:

„Warzen vertreibt man, indem man jede 3mal mit einem Gerstenkorn umfährt und dieses dann in die Erde setzt."

„Zahnschmerzen, wenn man mit den 3 ersten Kornähren die man sieht, durch den Mund fährt."

Vielfach ist im Volk der Gebrauch von Augensäcklein gegen Augenleiden verbreitet. „Da werden 3mal 3 Kräuter gesucht, in ein Säcklein genäht mit einem Faden, den ein Kind mit 7 Jahren gesponnen. Dieses Säcklein wird entweder um den Hals gehängt oder an einem Orte vergraben, wo weder Sonne noch Mond hinscheint."

„Gicht vertreibt man durch 3 gebettelte Kartoffeln, die man auf dem Leibe trägt, bis sie verwelkt sind und Fieber, indem man den Kranken mit 3mal 3 feinen Kleidungsstücken zudeckt."

Alle Besprechungsformeln müssen 3mal gesprochen werden, z. B. gegen Behexung von Menschen und Vieh:

„3 falsche Zungen haben dich beschlossen,
3 heilige Zungen haben für dich gesprochen."

In manchen Gegenden zeichnen Gärtner über die Keller in denen sie Pflanzen überwintern lassen, 3 Kreuze in 3Ecksform.

Abergläubische Bauersfrauen machen in der Walpurgisnacht an jede Tür des Hauses 3 Kreuze, um sich gegen das Heer der Hexen zu schützen.

„In kathol. Gegenden werden am 3-Königstag vom Lehrer oder Pfarrer über die Tür des Hauses, der Scheunen und des Stalles mit geweihter Kreide die 3 Buchstaben (C + M + B (Caspar, Melchior und Balthasar = die 3 Könige) geschrieben."

„Wird der Sarg aus dem Haus getragen, so muss man ihn auf der Türschwelle 3mal absetzen, sonst kommt der Tote wieder."

„Einer Feuersbrunst wird Einhalt getan, wenn der Pfarrer im Ornat 3mal um die Brandstätte reitet."

Auch bei allen Rezepten, beim Zaubern und beim Beschwören spielt die 3-Zahl eine grosse Rolle.

„Um ein Kind zu sichern, hänge man ihm ein Säcklein in Herzform um den Hals, worin 3 Weizenkörner, 3 Kohlen und 3 Stück Weihrauch gesteckt werden" u.s.w.

In früheren Jahrhunderten hat man mit dem magischen Wort

A b r a c a d a b r a

verschiedene Krankheiten, besonders das hartnäckige 4tägige Wechselfieber, zu heilen versucht. Nach der Anweisung des Arztes Serenus Sammonicus, ist dieses Wort, damit es heilkräftig wirke, in folgender 3Ecksform zu schreiben:

A b r a c a d a b r a

A b r a c a d a b r

A b r a c a d a b

A b r a c a d a

A b r a c a d

A b r a c a

A b r a c

A b r a

A b r

A b

A

Die 3Ecksform weist hier selbstverständlich auf die Trinität hin. (Von einem A anfangend bis zum letzten a oben rechts kann man das Wort „Abracadabra“ auf 1024 verschiedene Arten lesen.)

Die Zahl 3 mal 3 oder 9 spielt besonders bei den alten nordischen Völkern eine Rolle.

Alle 3 mal 3 Monate wurden Opfer abgehalten, die 3 Monate währten. Jedes Opfer dauerte 9 Tage lang, zu jedem Opfer nahm man 9 Stück Vieh, alle 9 Jahre waren grosse Blutopfer; so opferte man z. B. in Seeland alle 9 Jahre 99 Menschen.

9erlei Holz ist in der Mythologie von Wichtigkeit; nur ein Gemüse von 9erlei Kräutern ist heilkräftig.

Um einen Heckpfennig zu erhalten (Geld, das sich immer von selbst erneuert und nie ausgeht), nimmt man einen schwarzen Kater, steckt ihn in einen Sack und bindet ihn mit 99 Knoten zu. Damit geht man in der Neujahrsnacht 3mal um die Kirche herum und klopft jedesmal 3mal an die Tür. Beim 3ten mal kommt der Teufel, dem man einen Hasen verkaufen will; derselbe gibt für den Sack und den Inhalt einen Taler. Nun aber muss man stracks nach Hause laufen, denn ist man noch unterwegs und der Teufel hat die 99 Knoten gelöst, so ist man verloren.

(Vielleicht kommt hieher der Ausdruck: „Die Katze im Sack kaufen?“)

Uebrigens ist auch in arithmetischer Beziehung die Zahl 3 und ihr Quadrat 9 merkwürdig.

Jede Zahl lässt bei der Division mit 3 und mit 9 denselben Rest wie ihre Quersumme. Ist daher die Quersumme durch 3 oder durch 9 teilbar, so ist auch die Zahl selbst durch 3 bezw. durch 9 teilbar. Bildet man ferner von einer beliebigen Zahl mit ungleichen Ziffern eine neue Zahl, die dieselben Ziffern in irgend einer anderen Reihefolge besitzt, so liefern beide Zahlen beim Subtrahieren stets eine durch 9 teilbare Zahl, d. h. eine Zahl, deren Quersumme ebenfalls durch 9 teilbar sein muss. Hierauf beruht ein frappantes Rechenkunststück, das manchem Leser

wohl unbekannt sein dürfte. Man bittet nämlich jemand, irgend eine beliebige Zahl mit ungleichen Ziffern hinzuschreiben, aus denselben Ziffern in irgendwelcher Reihenfolge eine neue Zahl zu bilden, beide Zahlen zu subtrahieren, die Differenz mit irgend einer beliebigen Zahl zu multiplizieren (damit die Sache einen geheimnisvolleren Anstrich bekommt, kann man etwa die Geburtstagszahl der betreffenden Person vorschreiben), von dem so erhaltenen Produkt lässt man irgend eine Ziffer (ausser 0) streichen und die nun übrigen Ziffern des Produktes zusammenzählen. Die so erhaltene Zahl muss genannt werden. Zieht man dann diese Zahl von der nächsten 9er Zahl ab, so gibt die Differenz die Ziffer an, die gestrichen worden ist.

(Beispiel: Wird aus der Zahl 32 564 die Zahl 65 243 gebildet, so liefern beide Zahlen die Differenz 32 679. Multipliziert man diese Differenz mit irgend einer Zahl, z. B. mit 25, so erhält man 816 975, streicht man dann irgend eine Ziffer, z. B. 6, und addiert die übrigen Ziffern, so erhält man die Summe 30. Wird diese Zahl genannt, so braucht man sie nur von der nächsten 9er Zahl, d. h. von 36, abzuziehen, so gibt die gefundene Differenz 6 die gestrichene Ziffer an.)

Die Zahl 7 ist die durch 1 verbundene heilige doppelte Dreizahl 3 + 1 + 3. Diese Zahl ist die heilige religiöse Zahl und geht in ihrer Anwendung weit auf die Chaldäer zurück. Die Zahl 7 ist eine kosmische Zahl und durch die Mondphasen gegeben. Es ist daher begreiflich, dass der mannigfaltige Aberglauben, der mit dem Monde verknüpft war, nun auch auf die Zahl 7 übertragen wurde. Da nun die Menschen ihre Geschicke nicht selten in den Sternen zu lesen suchten, so mussten die 7 Planeten, welche die Welt regierten, der Sieben neue Bedeutung geben, sie ins Gebiet des Glaubens hinüberziehen und zur heiligen Zahl machen, namentlich sobald das Volk die Natur im innigsten Zusammenhange mit der Gottheit fasste. Dies finden wir denn auch in der Anschauung der Juden bestätigt. Als Gott die Welt in 7 Tagen erschaffen hatte, ruhte er am 7ten Tage aus. Die Zahl 7 kommt ferner bei Opfern, Reinigungen und anderen religiösen Verhältnissen der Juden vor. Die Juden mussten 7 Tage lang ungesäuertes Brot essen; wenn ein Weib ein Knäblein gebar, so war sie 7 Tage lang unrein; 7 Tage lang musste

der Aussätzige verschlossen werden. Joseph trug leid um seinen Vater 7 Tage lang und ebenso lange trauerte man nach Sirach um einen Toten. Man unterschied 7 Altäre, 7 Opfertiere; der Tempel zu Jerusalem hatte 7 Säulen, der Leuchter 7 Lampen. Auch in die dem religiösen Gebiete ferner liegenden Gedankenkreise drängte sich die Zahl 7 ein. Ein hebräischer Knecht musste im 7ten Jahre frei sein, wer Kain tot schlug, sollte 7fältig gerochen werden. Jakob diente 7 Jahre um Rahel; Pharao träumte von 7 fetten und 7 mageren Kühen, von 7 fetten Aehren und 7 dürren Aehren. Diesem Traum folgten 7 Jahre des Ueberflusses und 7 Jahre des Mangels. Die meisten Feste der Juden dauern 7 Tage, das Sabbatjahr besteht aus 7 Jahren und das Jubeljahr besteht aus 7 mal 7 Jahren. Auch in der christlichen Vorstellung findet sich die 7-Zahl häufig. In der Offenbarung gibt es 7 Engel vor Gottes Thron, 7 Leuchter vor Christus, 7 Sterne auf seiner Hand, das Lamm hat 7 Augen, das Buch ist mit 7 Siegeln verschlossen, der Drache hat 7 Köpfe und die 7 Schalen des Zornes Gottes werden ausgegossen. Doch ist die 7 Zahl auch sonst im Neuen Testament nicht selten: „Gestern um die 7te Stunde verliess ihn das Fieber." „Dann geht er hin und nimmt zu sich 7 Geister." Christus sprach 7 Worte am Kreuze und unsere Woche hat die alten 7 Tage. Die katholische Kirche kennt 7 Sakramente, 7 Bitten, 7 Todsünden, sie teilt den Tag in 7 kanonische Stunden und feiert ein Fest zum Gedächtnis der 7 Schmerzen und 7 Freuden Mariä. Bei den Griechen war die Zahl 7 dem Apollo heilig, dem am 7ten Tage vor dem Neumond geopfert wurde. Die Hindus nahmen 7 Urkräfte der Natur an; 7 war ihnen das Sinnbild der Vollkommenheit.

Im germanischen Sprach- und Volksgebrauch treffen wir die 7-Zahl sehr oft an: die 7 Schöffen, die 7 Zeugen; jeder Freie, der an Grund und Boden 7 Schuh hinter sich und 7 vor sich hat, durfte vor Gericht erscheinen; 7 Eichen sind am Gerichtsplatz; eine Sache durch 7 Zäune hindurch behaupten oder beweisen, ist heute noch Redensart. Auch bei den Bauernregeln spielt die Zahl 7 eine Rolle. Wie das Wetter am 7 Brudertage (10. Juli) ist, so soll es 7 Wochen lang bleiben. Wenn es am Siebenschläfertag (27. Juni) regnet, so regnet es 7 Wochen fort. Wenn es an Pfingsten regnet, so regnet es 7 Sonntage hinter-

einander. Was an den 7 Tagen vom 1. bis 7. April gesäet wird, ergibt mehr Unkraut als Kraut. Am Grün-Donnerstag soll man 7 verschiedene grüne Gemüse essen, dann ist man das ganze Jahr hindurch gegen das Fieber geschützt. Wenn die Schwalben 7 Jahre hindurch in einem Nest gebrütet haben, so lassen sie den Schwalbenstein zurück, der grosse Heilkraft für die Augen hat. (Tirol.) Das 7. Kind im 7ten Jahr sieht vergrabene Schätze. Einem Knaben darf man vor dem 7. Jahr die Haare nicht schneiden, sonst bekommt er keinen Mut. Wer 7 kreuzförmige Hollunderzweige in den Boden steckt, dem winkt besonders Glück. Am Sonnwendabend werden vielfach noch 7erlei Kuchen gebacken. Die 7-Zahl spielt auch in der Chiromantie eine grosse Rolle. Die 7 Planeten und die 12 Zeichen regieren alle Teile des menschlichen Körpers beim Aderlass. Der Goldfinger hat die Zahl 7. Interessant ist auch die Rolle, die die Zahl 7 bei der Stadt Avignon spielt. Avignon hatte bekanntlich 7 Päpste, die während 7 mal 10 Jahren dort residierten, es hat 7 Hospitäler, 7 Bruderschaften von Büssern, 7 Männerklöster und 7 Kirchhöfe.

Ueberall finden wir die Herrschaft der Zahl 7. Ich verweise nur auf die 7 Weisen Griechenlands, auf die 7 Weltwunder, auf das Land Siebenbürgen, auf das Siebengebirge bei Bonn, auf die 7 Berge in der Oberweser, die 7 Burgen auf 7 Hügeln am Rhein, das Siebental in Bern, die 7 Gründe im Riesengebirge u.s.w. Wenn jemand verreist, so packt er zuvor seine 7 Sachen. 7 ist die einzige Zahl der 1ten Dekade, die weder Faktor noch Produkt ist. Die 7-Zahl fand Newton in den Spektralfarben. In der Musik unterscheiden wir heute noch 7 Haupttöne.

Den 7 Hauptplaneten werden die 7 Hauptmetalle folgender Art beigeordnet:

Saturn	Blei
Jupiter	Zinn
Mars	Eisen
Erde	Gold
Venus	Kupfer
Merkur	Quecksilber
Mond	Silber

Damit aber bei der Betrachtung der Zahl 7 eines nicht vergessen sei, erinnere ich Sie (last **but** least) noch an die böse Sieben, von der ich wünsche, dass sie keinem der Leser beschieden sein möchte.

Anmerkung: Eine böse Sieben oder schlimme Frau (Xantippe) wird abgeleitet von der 1ten Satyre von Joachim Rachel (1618—1669). (Von Lunden im Norderdithmarschen). „Das poetische Frauenzimmer oder böse Sieben", worin 7 Gattungen böser Weiber geschildert werden. Zuerst wurde zitiert: „eine von den bösen sieben" (Gattungen) später verkürzt: „Eine böse Sieben."

In einem Kartenspiel des 15. Jahrhunderts, dem sog. Karnüffel, verstand man unter der bösen Sieben die 7te Karte, den Teufel, der alle anderen Karten stach.

Die doppelte Sieben, oder die 14, stellt den Inbegriff des Heiligen und Vollkommenen dar. Ich erinnere an die 14 Nothelfer oder die 14 Heiligen in Franken, unweit Bamberg, an das Kloster zu den 14 Heiligen, die 14 Nothelfer bei Weingarten u.s.w.

Nicht minder, wie die Zahlen 3 und 7 spielen auch die Zahlen 4 und ihr Vielfaches 12 eine grosse Rolle.

4 ist die Zahl der Welt. In allen Ländern und bei allen Völkern unterscheidet man 4 Himmelsrichtungen.

Wir haben 4 Jahreszeiten, der Mond hat 4 Viertel, der Monat 4 Wochen u.s.w.

Die 12 Zeichen des Tierkreises werden in 4 Triangel, d. h. in 4 Gruppen zu je 3 geordnet:

1. das feurige: Widder, Löwe, Schütze
2. das irdische: Stier, Jungfrau, Steinbock
3. das luftige: Zwillinge, Wage, Wassermann
4. das wässrige: Krebs, Skorpion, Fische.

Man unterschied 4 Elemente: Feuer, Erde, Luft und Wasser. Bei den Indern finden sich 4 Kasten, bei den klassischen Völkern 4 Kardinaltugenden; die Olympiade hatte 4 Jahre; die christliche Kirche hat 4 Adventssonntage; das Paradies hat 4 Flüsse. — Wir nennen einen 4schrötigen Menschen einen solchen, der einen derben Umfang und dementsprechende Glieder hat, während die Römer den Quadratus als einen Menschen bezeichnen, der geistig und körperlich harmonisch gebildet ist.

Beim Wetterprophezeien bildet die Zahl 40 die grösste Anwendung, offenbar in Anlehnung an das Regnen der 40 Tage und Nächte in der biblischen Sündflut.

„Wenn es in der Nacht vor Petri Stuhlfeier (22. Febr.) wittert, so soll es 40 Tage nacheinander wittern."

„Wenn es am St. Matthias-Tage (24. Februar) abends um die Nacht herum wittert, dann soll es 40 Tage und Nächte nacheinander wittern." Drum setzen fleissige Hausväter über Nacht ein Scherblein mit Wasser hin und sehen, wie es gefriert, denn ebenso soll es hernach noch 40 Tage und Nächte frieren.

„Wenn es an Mitfasten (40 Ritter oder 40 Mädchen) (10. März) friert, so hört der Frost nicht unter 40 Tagen auf, (oder: wie das Wetter auf 40 Ritter fällt, 40 Tage lang dasselbe anhält."

„Wenn es am Tage Medardi (8. Juni) regnet, so dauert der Regen 40 Tage."

„Wenn es am Tage Mariä Heimsuchung (2 Juli) regnet, so regnet es 40 Tage."

„Wenn es am 1. Sept. (Verena) regnet, so regnet es 40 Tage lang."

„Das Haus wird geschützt, indem man über der Türe einen Kreis und in die 4 Querkanten die 4 Buchstaben J. M. U. J. (= Jesus, Maria und Joseph) und nach aussen noch 4 Kreuze beifügt."

„Ein 4blättriges Kleeblatt bringt Glück."

„Hat eine Person das 4tägige Fieber, so esse sie ein 4blättriges Kleeblatt und zwar 4 Tage lang jeden Morgen, dann wird sie gesund und wenn ein junges Mädchen am Johannistage (24. Juni) ein 4blättriges Kleeblatt findet, dann bekommt es noch im selben Jahr einen Mann."

Für das Wetter im ganzen Jahr gibt es vom Aschermittwoch an 4 besondere Tage: (sog. Lostage).

„Wie das Wetter am Aschermittwoch ist, so ist es im Frühling"
„ „ „ „ „ „ Donnerstag „ „ „ „ „ Sommer"
„ „ „ „ „ „ Freitag „ „ „ „ „ Herbst"
„ „ „ „ „ „ Samstag „ „ „ „ „ Winter."

„Ledige Mädchen nehmen 4 Zwiebeln und stellen solche in die 4 Winkel der Stube und geben einer jeden den Namen desjenigen Mannes, auf welchen sie hoffen. Dann lassen sie alles stehen bis zum heiligen 3-Königstag. Welche Zwiebel zuerst kommt (keimt), den entsprechenden Bräutigam erhalten sie."

Ich gehe nun zur Zahl 12 über. Die Zahl 12 ist neben der Zahl 7 die heilige Zahl der alten Astrologen. Die Chaldäer sahen am Himmel die 12 Bilder des Tierkreises. Die 12 Hauptgötter des chaldäisch-babylonischen, wie auch des griechischen Olymps entsprechen ihnen in der Weise, dass:

Widder — Minerva	Krebs — Merkur	Wage — Vulkan	Steinbock - Veston
Stier — Venus	Löwe — Jupiter	Skorpion — Mars	Wassermann - Juno
Zwillinge — Apollo	Jungfrau — Ceres	Schütze — Diana	Fische — Neptun

zugeordnet worden sind.

12 Häuser unterschieden die Astrologen in ihren Horoskopen. Israel hatte 12 Stämme Jakob 12 Söhne, in der Bibel ist die Rede von 12 Brunnen, 12 Fürsten, 12 Kundschaftern u.s.w. Josua richtete zum Zeichen, dass die Israeliten trockenen Fusses durch den Jordan gegangen waren, 12 Steine auf. Christus wählte 12 Apostel, das neue Jerusalem hatte 12 Tore.

„In der Christnacht soll man 12 mit Salz gefüllte, ausgehöhlte Zwiebel aufstellen und einer jeden den Namen eines Monats geben. Wie nun das Salz des anderen Tages zerlaufen ist, schliesst man daraus, ob der betreffende Monat nass oder trocken ist."

Eine ganz besondere Rolle spielen die 12 Nächte, welche dem Wodankultus angehören. Gewöhnlich sind es die 12 Nächte vom 26. Dez. (Christtag) bis zum heil. 3-Königstag (6. Jan.); in Schlesien sind es die 12 Nächte vor Weihnachten und in Mecklenburg die 12 Nächte nach Neujahr (1.—13.) also stets eine Periode von 12 Nächten um die Wintersonnenwende herum. In diesen 12 Nächten sind die Geister des Himmels, besonders aber die der Hölle tätig, man hört allnächtlich das wütende Heer in der Natur seinen Tanz vollenden.

„In den 12 Nächten soll man nicht dreschen, darf man nicht spinnen, höchstens ein Hemd verfertigen; aber von Zwirn in diesen 12 Nächten gesponnen, das wird zu vielen Dingen gut sein."

„Man soll in diesen 12 Nächten keine Bohnen, Erbsen, Linsen und überhaupt keine Hülsenfrüchte essen, da man sonst krank wird und Ungeziefer erhält. Isst man Fleisch, so fällt das beste Stück Vieh im Stall."

„Man soll in diesen 12 Nächten nicht mit frisch geschmierten Schuhen in den Stall gehen, sonst wird das Vieh behext."

„Man soll in den 12 Nächten nicht Hanf brechen, sonst verderben die Aepfel und Birnen.“

„Die in den 12 Nächten gelegten Eier sind Glückseier, aus denen die grössten Hühner ausgebrütet werden. Die Schäfer dürfen in diesen 12 Nächten den Wolf nicht nennen, sonst kommt er.“

„Will man das Wetter für das ganze Jahr erfahren, so soll man in den 12 Nächten also verfahren: Der Christtag entspricht dem Januar und wird in 4 Teile geteilt, so dass man abends anfängt:

Von Abend bis Mitternacht = 1. Viertel = Witterung des 1. Viertels vom Januar.

Von Mitternacht bis Morgen = 2. Viertel = Witterung des 2. Viertels vom Januar u.s.w.

In gleicher Weise wird der 26. Dez. (Stefanstag) für den Februar behandelt u.s.w. bis zum 5. Januar.“

Der heilige 3-Königstag wird als Schalttag gerechnet; er ist der 13te, ganz genau, wie auch die Chaldäer dem 13. Monat, dem Schaltmonat, den Gott Assur beiordneten. 12 bedeutet die Zahl der Sättigung, der Vollendung, was über 12 hinaus ist, ist zu viel.

Eine weitere Zahl, mit der heute noch in fast allen Schichten der Bevölkerung ein zäher, kaum auszurottender Aberglaube verbunden ist, ist die Zahl 13.

Während nichts darüber bekannt ist, dass bei den Griechen und Römern und den alten Kulturvölkern, den Chaldäern und Aegyptern, die Zahl 13 irgendwie besonders ausgezeichnet worden sei, oder als ob irgend ein Aberglaube damit verbunden gewesen war, darf vielmehr als Tatsache angesehen werden, dass der Aberglaube an die Zahl 13 christlichen Ursprungs ist und mit der Zahl der Jünger + dem Herrn (Jesus Christus) zusammenhängt.

Der Aberglaube an die Zahl 13 ist erst ein spätes Produkt der mittelalterlichen Kirche.

Im Volksgebrauch hatte früher die Zahl 13 nichts Schlimmes an sich.

So sollen nach dem sog. schwarzen Buch der Stadt Pèrigueux in Frankreich seiner Zeit am Feste des heil. Jean-Baptist aus den

Stadtteilen jedes Jahr eigene Würden aufgestellt werden, wie König, Herzog, Marquis und Abt, denen besondere Gebühren zukommen; u. a. musste eine Frau, die zum 2ten mal verheiratet war, einen Topf Erde liefern mit 13 Zweigen verschiedener Bäume, die Früchte trugen; eine Frau, die 3mal verheiratet war, musste ein Gefäss mit Asche von 13 Löffeln von 13 verschiedenen Hölzern 13 mal gesiebt bringen und endlich eine solche, die zum 4ten mal verheiratet war, musste am Ufer der Isle ein Haus mit 13 Dachsparren stellen, in welches 13 auf Kosten der Frau weissgekleidete Männer eintreten.

In den deutschen Rechtsaltertümern finden wir, dass ihrer 13 um den Brunnen herumsitzen und sich das Recht lehren lassen; vielfach war das Freigericht mit 13 Personen besetzt. Einer, der bei einem andern gastieren will, bedingt sich aus, dass ausser den 12 Mannen seines Gefolges er noch einen 13ten, den Koch, mitbringen werde.

Verbürgtermassen kennt man in vielen Gegenden den Aberglauben an die Zahl 13 gar nicht.

Als 13ter Kanton trat i. J. 1513 dem Schweizerbunde der Kanton Appenzell bei und es ist mir nicht bekannt, dass durch diese doppelte Verquickung der Zahl 13 dem betr. Kanton ein besonderes Unheil zugestossen wäre.

So könnten eine Menge geschichtliche Beispiele herangezogen werden, die beweisen, dass die Zahl 13 harmlos ist und dass früher nichts Schlimmes dabei gedacht wurde.

Wenn man bei uns und in vielen Gegenden sagt: „Er macht ein Gesicht, wie 13 Tag Regenwetter“, so könnte man eben so gut sagen, wie 11 oder 12 Tag oder 14 Tag Regenwetter, man will damit offenbar nur ausdrücken, dass er ein griesgrämiges Gesicht hinmacht. Wenn man ferner in manchen Gegenden (z. B. in Oberschwaben) auf die Frage „Wann bist du nach Hause gekommen?“ oder „Um wie viel Uhr kamst du nach Hause?“ die Antwort erhält: „Um dreizehne“, so will man damit nur ausdrücken, dass es sehr spät war, meist nach 12 Uhr nachts, oder dass man nicht zum voraus weiss, wann man heimkommt, jedenfalls sehr spät. Die andere, ebenfalls im württ. Oberland geläufige Redensart: „Wenn er das noch sagt, dann hat's 13e geschlagen“, will ausdrücken, dass, wenn er dies

oder jenes noch sagt, es mit ihm aus ist und nichts mehr mit ihm anzufangen ist.

Mit allen diesen Ausdrücken ist nichts Schlimmes, nichts Abergläubisches verbunden, man will nur ausdrücken: „Was zu viel ist, ist zu viel."

Ludwig der 13te war der 13te seines Namens. Er nannte sich „Luys de Bourbon" und seine Frau „Anne d'Autriche"; jeder dieser Namen zählt 13 Buchstaben. Ludwig und Anna wurden 13jährig miteinander verheiratet. Beide hatten eine wahre Vorliebe für die Zahl 13, denn dieses Datum wurde sehr oft gewählt, um wichtige Unternehmungen einzuleiten oder wichtige Befehle zu unterschreiben. Der letzte Kummer dieses Fürsten war, seine Aerzte möchten es nicht dazu bringen, dass er an einem 13ten eines Monats sterbe.

In den meisten Gasthöfen, die von früheren Jahrhunderten her noch ihr Gastrecht ausüben, gab es früher die Zimmer-Nummer 13, ohne dass jemals irgend jemand etwas Böses dabei dachte. Erst in neuerer Zeit wurden in einer ganzen Reihe von Gasthöfen, ja man kann sagen, in fast sämtlichen modernen grossen Gasthöfen, vor allem in denen 1. Ranges, die Zimmernummer 13 entweder ganz ausgemerzt oder durch die Zahl 12b ersetzt.

Um zu erfahren, wie es in dieser Frage mit den Ulmer Gasthöfen bestellt ist, wandte ich mich an die Besitzer von 5 hiesigen Gasthöfen, von denen ich wörtlich die folgende Auskunft erhielt:

Münster-Hôtel:

In meinem Hause habe ich die Nummer 13 dadurch zu umgehen gewusst, dass ich 12a schrieb und zudem dafür einen weniger wichtigen Raum (Zimmermädchenzimmer) wählte. Auch in meinem Hôtel in Baden, wählte ich s. Zt. diesen Ausweg, da es tatsächlich Gäste gibt, die sich an der Nr. 13 stossen würden. Sie werden wohl von allen Hôtel die Bestätigung erhalten, dass die Nr. 13 vermieden wird.

Russischer Hof:

In höflicher Erwiderung Ihrer gestrigen Anfrage teilen wir Ihnen mit, dass wir in unserem Hôtel hier und in Münsingen die Zimmernummer 13 übersprungen haben. Es werden

auch ganz seltene Ausnahmen sein, in denen diese Nr. 13 besteht, da eine grosse Zahl Hôtelgäste sich direkt weigert, ein Schlafzimmer mit Nr. 13 zu nehmen.

Bahnhof-Hôtel:

In höflicher Beantwortung Ihrer Anfrage, teile Ihnen mit, dass in meinem Hôtel keine Nr. 13 existiert, weil viele Reisende die Nr. 13 nicht gerne nehmen, verschiedene überhaupt nicht. In den meisten anderen Hôtels, in welchen ich früher tätig war, wurde Nr. 13 ausgelassen.

Hôtel Baumstark:

Teile auf Ihr Geehrtes von gestern mit, dass sich in meinem Hôtel die Zimmernummer 13 nicht befindet, und kann Ihnen mitteilen, dass es viele Leute gibt, die auf Zimmer 13 nicht gehen, was ich von meinem früheren Gasthof, in welchem Nr. 13 da war, erfahren habe.

Hôtel Gold. Löwen-Blanken:

In Beantwortung Ihres Geschätzten vom 30. v. Mts. beehre mich, Ihnen höflichst mitzuteilen, dass in meinem Hause die Zimmernummer 13 überhaupt nicht besteht, infolgedessen ich nicht in der Lage bin, Ihnen gewünschte Auskünfte geben zu können.

Sogar in vielen Grossstadt-Theatern und Opernhäusern ist die Nummer 13 aus den Sperrsitzen und Logen verschwunden. Die Zahl 13 war früher eine ganz gewöhnliche Gebrauchszahl, sie galt eher als eine Glückszahl, der Aberglaube an sie ist neueren Datums, nicht früher als das Mittelalter und lässt sich, wie schon erwähnt, auf die Kirche zurückführen.

Ich habe vor einiger Zeit gelesen, eine reiche und vornehme Pariser Dame sei beinahe krank geworden, als sie bei ihrer Heirat bemerkte, dass das Wohnhaus ihres Gatten die Ominöse Nr. 13 führte. Glücklicherweise gestattete der Pariser Gemeinderat gegen eine Leistung von 3000 Frs. an die Armen, dass das Haus die Nr. 12b erhielt, worauf die Dame sich beruhigt haben soll.

Die früheren und heutigen Weltuntergangspropheten haben und werden nie die Gelegenheit vorbeigehen lassen, den Weltuntergang auf irgend einen 13ten zu verlegen, wie dies z. B. am 13. Juni 1857 und in neuerer Zeit am 13. November 1899 durch

Rudolf Falb geschehen sein soll; im Mittelalter ist davon keine Spur vorhanden.

Es ist merkwürdig, wie sehr der Aberglaube an die Zahl 13 fast alle Kreise infiziert hat.

In der Reichshauptstadt Berlin hat vor etwas über 3 Jahren eine städtische Armenkommission in corpore ihre Entlassung eingereicht, weil die Behörde 13 Mitglieder zählte. (So geschehen im Jahre des Heils 1902, am 2. XI. 1902).

Der Aberglaube, dass von einer Gesellschaft von 13 Personen eine binnen Jahresfrist sterben müsse, z. B. diejenige, die unter einem Spiegel oder an einer Ecke sitzt, oder die die Hand zuerst zum Munde führt, oder die zuletzt fortgeht oder die beim Nennen der Zahl 13 erschrocken ist, ist absolut neueren Ursprungs und vielleicht höchstens 100—200 Jahre alt.

Dieser Aberglaube hätte ja schliesslich einen bestimmten Grund, wenn bei uns im Durchschnitt von 13 Personen eine jährlich sterben würde, während nach der Statistik erst durchschnittlich von 50 Personen jährlich eine stirbt. Auf 1000 Personen kommen nämlich in Deutschland im Durchschnitt jährlich 20 Todesfälle, in Württemberg im Durchschnitt 23, und in Ulm speziell kamen i. J. 1904 auf 45500 Einwohner 796 Todesfälle, d. h. auf 1000 Einwohner 18 Todesfälle, auf 57 Einwohner 1 Todesfall. Ist das durchschnittliche Alter in einer Tischgesellschaft von 100 Personen das 20te, (z. B. bei einem Kommers von 100 Studenten), so kann nach den Süssmilch-Baumann'schen Sterblichkeitstabellen innerhalb Jahresfrist ein Todesfall eintreten (von 491 zwanzigjährigen Personen sterben durchschnittlich 5 im Jahr). Damit von 50 Personen durchschnittlich innerhalb eines Jahres eine sterbe, müsste das durchschnittliche Alter der Personen das 43te sein (von 353 Personen, die je 43 Jahre alt sind, sterben durchschnittlich 7 innerhalb eines Jahres) und dass schliesslich von 13 Personen eine durchschnittlich innerhalb eines Jahres sterbe, müssten alle diese 13 Personen in einem Alter von etwa 68 Jahren stehen. (Auf 132 Personen, die je 68 Jahre alt sind, kommen innerhalb Jahresfrist 10 Todesfälle.)

Für eine derartig im Alter zusammengesetzte Tischgesellschaft hat der angeführte Aberglauben der Zahl 13 einen bestimmten wissenschaftlichen Sinn; für alle anderen und dies werden wohl die meisten sein, ist und bleibt das oben Angeführte ein wirklicher Aberglaube, der ausgerottet werden sollte.

Ist es bei diesem Aberglauben, der besonders in sogen. gebildeten Kreisen herrscht, wunder zu nehmen, wenn in Grossstädten, wie Berlin, Paris, London u. s. w. sog. „Institute der Vierzehnten“ bestehen, die auf kurze Einladung hin, jeder Gesellschaft von 13 Personen sofort — natürlich gegen entsprechendes Honorar — den 14ten Teilnehmer zuschicken?

Ich habe vor einiger Zeit gelesen, Richard Wagner habe schon als Knabe eine grosse Scheu vor der Zahl 13 gehabt, weil er 13 Buchstaben in seinem Namen habe und anno 1813 geboren war. Bei einem Diner bei seinem Schwager Brockhaus habe er sich lange nicht von seinem Schrecken erholen können, als er die Beobachtung machte, dass sie zu 13 zu Tische waren. Nach der Aufführung des „Tannhäuser“ in Paris schrieb er an seine Schwester: „Denke dir, wie konnte ich auch Glück haben mit diesem Schmerzenskinde; die unglückselige 13 fängt wieder an, mich zu verfolgen; als ich die letzte Note in der Partitur vollendete und das Datum darunter schrieb, merkte ich, dass es der 13. April war! Die Sache kann gut werden, dachte ich. Nach langem Hin- und Hergezerr kommt endlich der Unglückswurm zur Aufführung und was war das für ein Datum? Der Teufel hole den ganzen Kalender; wieder die vermaledeite 13. (13. März 1861.) Ist das nicht Schicksalstücke?“

[Jetzt ist ja Tannhäuser, wie bekannt, eine der gefeiertesten Opern.]

Von dem Romanschriftsteller Telmann erzählt seine Witwe, er habe am Tag vor seinem Tode 13 Bücher erhalten, mit der Bitte, diesen für das Ballfest des Vereins der Berliner Presse ein Geleitwort mitzugeben. Telmann schrieb 12 Verse ein und sagte dann lächelnd: „Den 13ten einzuschreiben, ist mir zu ominös“. Der nächste Tag war sein letzter, denn im Begriff, sich für eine Gesellschaft umzukleiden, sank der Dichter plötzlich vom Schlag getroffen entseelt zusammen.

Bei Alexander III. von Russland spielte die Zahl 13 ebenfalls eine grosse Rolle. Bei seinem Tode stand er im 13ten Jahre seiner Regierung; er war der 13te Zar seit Peter dem Grossen. Am 13. März 1881, europäischen Stils, gelangte er zur Regierung; am 13. März 1887 entging er einem Attentat. Seine jüngste Tochter Olga wurde am 13. Juni 1882 geboren. Pariser Journale stellten, in ihrem Aberglauben an die Zahl 13, sein Ableben schon auf den 13. Okt. 1894 fest — während er aber in Wirklichkeit erst am 1. November starb.

Fürst Ferdinand von Bulgarien soll gegen die Zahl 13 eine ganz entschiedene Abneigung haben. Diesem Umstande soll es zuzuschreiben sein, dass der bulgarische Bautenminister Popow gelegentlich der vor etwa 3 Jahren vollzogenen Eröffnung des Hafens von Burgas und mit Bezugnahme auf die am 13. Mai alten Stils, vor 13 Jahren erfolgte Einweihung der Eisenbahnstrecke Jamboli-Burgas, seine Rede mit folgender ungewöhnlichen Wendung begann: „Vor 12 Jahren und 12 Monaten geruhten Eure Kgl. Hoheit u. s. w.“.

Die Leiter eines Spitals in New-York stellten fest, dass die Zahl 13 auf alle Kranken, die in dem Saale Nr. 13 lagen, einen unheilvollen suggestiven Einfluss ausübte; man musste umnummerieren und sprang von 12 auf 14 über.

Ja, was soll man schliesslich dazu sagen, dass dieser Aberglauben auch in den gelehrtesten Kreisen herrscht! So soll folgende Erzählung volle Tatsache sein: Als vor einigen Jahren der berühmte französ. Akademiker Brunnetière, der einen Vortrag über Calvin in Genf gehalten hatte, nach Neuenburg kam, habe die dortige philosophische Fakultät dem Gast zu Ehren ein Bankett veranstaltet. Als dies anfangen sollte, wurde man im Speisesaal unruhig — es fehlte noch ein Geladener. Einer der Herren Professoren sprang unruhig umher, kam in den Raum, wo sich die Gäste vor dem Dîner aufhielten und fragte einen Herren: „Haben Sie den Prof. X. nicht gesehen? Wo mag er weilen? Alles ist bereit, es fehlt aber ein Mann!“ Die Antwort war: „Nun, dann fangen wir ohne ihn an!“ „Es geht nicht, es geht nicht! Es ist zu arg!“ „Warum denn?“ „Was denken Sie auch, dann sitzen wir zu 13 an der Tafel mit Herrn Brunnetière, das ist ja entsetzlich.“

Ob der betr. gelehrte Herr nachträglich aus seiner Angst befreit worden ist, habe ich nicht gelesen, auch nicht, dass irgend einem der Geladenen etwas besonderes zugestossen wäre.

Gegen diesen krassen Aberglauben modernen Ursprungs kann nicht genug Front gemacht werden.

War denn etwa die Zahl 13 für den Papst Leo XIII. eine Unglückszahl, trotzdem er 13 Tage nach dem Tode Pius IX. den päpstlichen Stuhl bestieg? Ist er nicht trotzdem und trotzdem er der 13te seines Namens war, über 93 Jahre alt und von allen 203 Päpsten der 3te geworden, was seine Lebensdauer und die Dauer seines Pontifikats betrifft?

Interessant ist es auch zu hören, was Nansen vor etwa 2 Jahren über die merkwürdige Rolle bekannt gab, die die Zahl 13 auf seiner Polarfahrt gespielt hat: „12 Mann stark waren die Forscher an Bord der „Fram“ hinausgesteuert; da sah Nansen in einem norwegischen Hafen einen ihm bekannten Mann, den er seiner tüchtigen Eigenschaften wegen unbedingt haben musste. Er gewann ihn auch für seine Polarfahrt und der Angeworbene hatte nur noch Zeit, an seinen Vater zu telegraphieren: „Gehe mit Nansen zum Nordpol.“ So kam der 13te an Bord. Aber weder dieser, noch überhaupt irgend einer der 13 büsste auf Nansens gewagter Fahrt durch das Polarmeer das Leben ein. Alle 13 sahen frisch und munter die Heimat wieder. Selbst das Schiff, das diesen „Klub der Dreizehn“ durch die verderbenbringenden Eisschollen getragen hatte, gelangte ohne die geringsten Beschädigungen wieder in den Heimatshafen. Alle früheren Schiffe dagegen sind bei dem Versuche, den Eisgürtel durchbrechen zu wollen, regelmässig zertrümmert worden. Am 13. März 1895 fasste Nansen den Entschluss, das Schiff zu verlassen und mit nur einem Gefährten zu Fuss einen Vorstoss zum Nordpol zu machen. Er kam diesem auf 50 Meilen nahe, während der erfolgreichste der früheren Forscher mehr als 100 Meilen davon entfernt geblieben war. Während Nansen auf seiner Fussreise die abenteuerlichsten Erlebnisse hatte, war die „Fram“ am 13. Januar 1896 in eine südliche Strömung gekommen und am 13. Aug. 1896 war es ihr gelungen, sich von der Eisströmung frei zu machen und offenes Wasser zu gewinnen. Am gleichen Tage, also am

13. Aug. 1896, betrat Nansen wieder den Boden seiner Heimat, vom Jubel seines Volkes und von der ganzen gebildeten Welt begrüsst. War er doch schon verloren gegeben worden, als am 13. Febr. 1896 die Nachricht eintraf, er sei in Sibirien gesehen worden, eine Nachricht, die sich glücklicherweise später als unrichtig erwiesen hat. Denn wäre er damals tatsächlich gesehen worden, so wäre dies der Beweis der Unrichtigkeit seiner Theorie über die Strömungen und zugleich auch der Beweis des Scheiterns seiner Expedition gewesen. Sogar Nansens Schlittenhunde sind dem Einfluss der Zahl 13 unterworfen gewesen. Während es sonst selten vorkommt, dass eine Hündin mehr als 6 Junge wirft, hat sich unter Nansens Tieren 3mal der Fall ereignet, dass je 13 junge Hunde zur Welt gekommen sind dankbarst begrüsst von den mit Zughunden nicht reichlich versehenen Forschern."

Wir sehen also, dass für Nansen und seine Begleiter die Zahl 13 eine wahre Glückszahl gewesen ist.

Ist es daher verwerflich, dass sich in vielen grösseren Städten „Klubs der 13" gebildet haben, deren Tendenz es ist, den an die Zahl 13 sich haftenden Aberglauben zu geisseln und zu widerlegen?

Der Klub der 13 in Bordeaux hält jeden Freitag mit 13 Teilnehmern eine Sitzung ab. Die Mitglieder haben sich feierlich verpflichtet, nur Freitags ein Geschäft zu beginnen und vorzugsweise nur an diesem Tage zu reisen. An jedem 13ten Freitag eines jeden Jahres ist das Jahresfest; vor dem Absitzen werden mit Vorliebe die Stühle herumgedreht und die Salzfässer umgeworfen. Der Klub existiert schon seit Jahren, alle 13 Mitglieder erfreuen sich guter Gesundheit, noch keiner hat Schiffbruch gelitten und noch keinem ist der Blitz auf das sündige Haupt gefahren.

Am 13. Juli 1903 hat sich in Berlin nach 13jährigem Bestehen in Gegenwart aller 13 Mitglieder, die ihn gründen halfen, der „Berliner Klub der 13" in feierlicher Weise aufgelöst. Der Vorsitzende, der sog. „Dreizehnte" mit offiziellem Titel, konstatierte die Tatsache, dass allem Aberglauben zum Trotz, alle 13 Gründer sich in den denkbar besten Verhältnissen

befänden. Die Mitglieder müssten im Gegenteil zu dem Glauben gelangen, dass die Zahl 13 eine Glückszahl sei, denn 2 Mitglieder hätten das Glück, 13 Sprösslinge zu besitzen. Dass das Schlussdiner, das in dem Restaurant Nr. 13 unter den Linden abgehalten wurde, 13 Gänge umfasste, ist selbstverständlich und macht der gastronomischen Leistungsfähigkeit des Klubs alle Ehre.

Zahlenspielereien wie die folgende: „Es sei dem König Friedrich Wilhelm IV. von Preussen i. J. 1849 prophezeit worden, Deutschland werde i. J. 1849 + 1 + 8 + 4 + 9 = 1871 ein Kaiserreich, dann im Jahre 1871 + 1 + 8 + 7 + 1 = 1888 sterbe der 1. Kaiser und im Jahre 1888 + 1 + 8 + 8 + 9 = 1913 werde Deutschland eine Republik", eine Jahreszahl, welche auch mit der Unglückszahl 13 zusammenhängt, werden eben nachträglich gemacht und mit dem Nimbus des Geheimnisvollen umgeben.

„Aller Zahlenaberglauben ist in keiner Weise in sich begründet, hat daher auch keinen Sinn und ist also verwerflich!"

Sache aller Gebildeten ist es, hierin voran zu gehen und gegen diesen Aberglauben Front zu machen. Wenn allerdings sogenannte Aufgeklärte selbst diesem Aberglauben huldigen, wie soll da der Mann aus dem Volke sich davon frei machen?

Dem Zahlenaberglauben verwandt ist der Tagesaberglauben und vor allem der mit dem Freitag verknüpfte Aberglauben. Und wenn schliesslich ein Freitag noch mit der Zahl 13 zusammentrifft, d. h. der 13te des betreffenden Monats ist, so steht es erst recht schlimm. Der Name Freitag wird ja bekanntlich von der Göttin Freya, der Göttin der Liebe, der Gemahlin Odins, hergeleitet. Als Todestag von Jesu wird der Freitag in den meisten christlichen Ländern durch einen Gottesdienst, oder, wo dies abgekommen ist, durch einmaliges volles Geläute, von den Katholiken ausserdem auch noch durch Fasten ausgezeichnet. Der Freitag gilt fast überall als der verhängnisvollste Tag der Woche, verhängnisvoll in gutem Sinn, wenn die heidnische und in bösem Sinn, wenn die christliche Überlieferung die Oberhand gewinnt (nach Dr. A. Wuttke,

Der deutsche Volksaberglaube). Bei den alten Germanen eignete er sich als Tag der Freya ganz besonders zur Hochzeitsfeier und für alle Unternehmungen, die gelingen sollten, besonders zu sympathischen Kuren.

„Am Freitag ist gut Nägel und Haare zu schneiden, dann bekommt man keine Zahnschmerzen, kein Ohren- und kein Augenweh."

Andererseits haben Freitagskinder im Leben viel zu leiden, in Kärnten darf keine Wäsche am Freitag ausgeschwemmt werden, sonst kommt Überschwemmung ins Land; überhaupt haben Hausfrauen mit Freitagswäschen kein Glück. (Hessen.) „Am Sonn- und Freitag soll man kein Kind baden."

„Andererseits wer am Freitag ein weissgewaschenes Hemd anzieht, ist vor Grimmen und Darmgicht sicher."

„Die Weiber sollen am Freitag weder flechten, noch zöpfen, noch strählen, sonst gibts leicht Ungeziefer."

„Legt man am Freitag den Hühnern ein Ei unter, so gibts leicht Unglückshühner."

„Wer an 3 Freitagen hintereinander beim Aufstehen zuerst den rechten Fuss zum Bett herausstreckt, den drücken die Schuhe das ganze Jahr nicht mehr, er wird niemals Blasen an den Füssen haben."

„Am Freitag soll man nicht dreschen und nichts kochen, am Freitag nichts anfangen und auch keine Reise unternehmen."

„Wer am Freitag lacht, weint am Sonntag; Freitagsregen, Sonntagsregen", sagt das Sprichwort.

Nach St. Clemens gibt es 12 gute Freitage im Jahr:

1. der 1. Freitag im März,
2. der nächste vor Mariä Verkündigung, also vor dem 25. März,
3. der Karfreitag,
4. der nächste Freitag vor Himmelfahrt,
5. „ „ „ „ Pfingsten,
6. „ „ „ in der Quatember vor Pfingsten,
7. „ „ „ vor St. Johannis dem Täufer, also vor 24. Juni,
8. der nächste Freitag vor Peter und Paul, also vor 29. Juni,

9. der nächste Freitag nach St. Peter,
   also nach dem 1. August,
10. der 1. Freitag im Herbstmonat (September),
11. „ 2. „ „ Christmonat,
12. der Freitag vor dem Christfest.

Der Glaube und Aberglaube an den Freitag hängt offenbar mit der christlichen Überlieferung zusammen.

Dieser Tagesaberglauben ist weit mehr verbreitet, als man glaubt. Wenige Bräute werden an einem Freitag Hochzeit halten wollen; keine Magd wird an einem Freitag einen neuen Dienst antreten. Vor etwa 2 Jahren machte die englische Zeitung „Lancet“ auf die merkwürdige Bedeutung des Dienstags für den jetzigen König Eduard VII. von England aufmerksam.

„Der König ist an einem Dienstag geboren und an einem Dienstag getauft worden, er hat sich an einem Dienstag verlobt und auch an einem Dienstag vermählt. An einem Dienstag wurde er zu einem Geheimen Rate der Krone ernannt; an einem Dienstag war es kund, dass er an Typhus erkrankt sei, und an einem Dienstag wohnte er einem öffentlichen Dankgottesdienst bei, der für seine Wiedergenesung in der St. Pauls-Kathedrale abgehalten wurde. An einem Dienstag gelangte er auf den Thron, schliesslich fiel die jüngste Operation auf einen Dienstag und damit die Verlegung der Krönung auch auf einen Dienstag!“

Den Schluss dieser Betrachtungen mögen gewisse Anordnungen von Zahlen bilden, mit denen bei uns in früheren Zeiten mancherlei Aberglauben verknüpft war und heute noch in Indien allerhand Aberglauben verknüpft sein soll, nämlich die sog. magischen Quadrate.

16	3	2	13
5	10	11	8
9	6	7	12
4	15	14	1

Auf einem „Melencolia“ genannten Kupferstich Albrecht Dürers v. J. 1514 findet sich ausser anderen allegorischen Figuren auch ein 16zelliges Quadrat (s. Fig.), ausgefüllt mit den Zahlen 1 bis 16 in der Art, dass jede Vertikalreihe sowohl als auch jede

Horizontalreihe, sowie jede Diagonale eine konstante Summe, nämlich 34, ergibt.

Der betreffende Kupferstich bildet neben 2 anderen, nämlich dem „Hieronymus i. d. Zelle“ (1514) als Phlegmatiker und dem „Rittersmann trotz Tod und Teufel“ (1513) als Sanguiniker ein Fragment aus einer unvollendeten Darstellung der 4 Temperamente. [Das Original soll sich im Besitze des Herrn H. Lempertz sen. in Köln befinden.]

Auf dieser Darstellung der Melancholie als des sinnenden und grübelnden Geistes dient das Quadrat natürlich zur allegorischen Versinnbildlichung der Arithmetik, als einer der Wissenschaften, welche ein tiefes Nachdenken und eine völlige Hingabe erfordern.

Ein Quadrat von der angegebenen Eigenschaft heisst ein „magisches Quadrat“ und zwar ist das Dürer'sche das älteste in Europa vorkommende magische Quadrat.

Ganz allgemein versteht man unter einem magischen Quadrat ein Quadrat mit n mal n quadratischen Feldern, in denen n mal n aufeinanderfolgende Zahlen, meist die Zahlen von 1 bis n mal n, derartig angeordnet sind, dass die Summe von n Zahlen immer dieselbe ist; gleichviel, ob diese n Zahlen in einer horizontalen, einer vertikalen, oder in einer diagonalen Reihe zusammen stehen. Wahrscheinlich ist diese auf eine schachbrettartige Figur bezügliche Anordnungsaufgabe, sowie das Schachspiel selbst, indischen Ursprungs; doch fehlt für diese Behauptung jeder zwingende Grund (s. Günther, Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften, Leipzig 1876, p. 188). Sicher ist nur, dass arabische Astrologen Kenntnis von ihnen besassen und ihrer merkwürdigen Eigenschaften sich bedienten. Vermutlich haben die Araber diese Aufgabe von den Indern erhalten, da solche Quadrate heute noch in Indien als Amulette im Gebrauch sein sollen. Von den Arabern gelangten die magischen Quadrate dann zu den Oströmern und seit Albrecht Dürer haben auch die westeuropäischen Gelehrten sich mit den Methoden zur Herstellung solcher Quadrate beschäftigt. Im Mittelalter erfreuten sich die magischen Quadrate nicht nur eines astrologischen, sondern

sogar eines medizinischen Ansehens, das selbst einen Mann vom Schlage des Theophrastus Paracelsus (1493—1541) veranlassen konnte, — wenn auch nur vorübergehend — zu ihrer Fahne zu schwören. Das magische Quadrat des Theophrastus Paracelsus bestand in der quadratischen Anordnung der Zahlen 1 bis 9, so dass die Summe in jeder horizontalen, vertikalen und diagonalen Reihe stets dieselbe war, nämlich 15. (s. Fig.) Auf der Rückseite dieses von Paracelsus aus dem Jahre 1538 stammenden Quadrats befand sich das Bild des Planeten Saturn. Nach Paracelsus sollte das Tragen eines mit einem solchen Quadrat versehenen Amuletts in Kindsnöten höchst vorteilhaft sein und sollte auch einen Reiter vor Schaden behüten.

2	9	4
7	5	3
6	1	8

Um auch in der Architektur Beispiele von solchen Quadraten anzuführen, mag hier auf das 81zellige an der Villa Albani in Rom hingewiesen sein, das i. J. 1766 in Marmor hergestellt wurde und bei welchem jede Reihe die konstante Summe 369 ergibt. Am Festungstor der indischen Stadt Gwalior soll sich auch solch ein magisches Quadrat in Sanskritzeichen befinden.

Was nun die Bildungsweise des Dürer'schen Quadrats anbelangt, so ist dieselbe, nach der von dem Rechenmeister Adam Riese herrührenden Vorschrift die folgende: Man ordne die Zahlen 1 bis 16 zunächst in natürlicher Reihenfolge (s. Fig.), lasse die Zahlen in den 4 Eckfeldern, also 16, 13, 4 und 1, sowie die Zahlen in den 4 Mittelfeldern, also 11, 10, 7 und 6 an ihrer Stelle stehen und schreibe statt jeder der übrigen 8 Zahlen die Zahl hin, die die betreffende Zahl zu 17 ergänzt, also statt 12 die Zahl 5, statt 15 die Zahl 2 u. s. w., so erhält man das Quadrat a (s. nächste Seite).

16	15	14	13
12	11	10	9
8	7	6	5
4	3	2	1

16	2	3	13
5	11	10	8
9	7	6	12
4	14	15	1

a.

16	3	2	13
5	10	11	8
9	6	7	12
4	15	14	1

b.

Vertauscht man die Zahlen der 2 mittleren vertikalen Reihen, so erhält man schliesslich das folgende Dürer'sche Quadrat b, in welchem je 4 in einer horizontalen, einer vertikalen oder diagonalen Reihe stehenden Zahlen die konstante Summe 34 ergeben. Dass zahlreiche kunsthistorische Schriften, welche von Dürer handeln, einer solchen „Nebensache" gar keine Erwähnung tun, darf nicht auffallen, so z. B. findet sich in dem Bande IV. der „Klassiker der Kunst", der Dürer gewidmet und von Dr. Valentin Scherer verfasst und i. J. 1904 erschienen ist, gar nichts über das magische Quadrat angegeben. Um so höher sind aber die Ausnahmen von dieser Regel anzuschlagen, so z. B. Lübke-Semrau — „Die Kunst der Renaissance", ferner die von Dürer handelnden Werke von Heller und v. Ege. So schreibt z. B. v. Ege auf Seite 353: „Eine Leiter, die an der Mauer lehnt, deutet die Richtung des Gedankens nach oben an, über dem Genius hängt die Wage, in welcher die Gegensätze ins Gleichgewicht gebracht werden, daneben ist die Sanduhr und eine Tafel mit dem wunderbaren Zahlenquadrat befestigt, dessen einzelne Zahlen, von allen Seiten zusammengerechnet, immer dieselbe Summe 34 ergeben."

Diese konstante Summe 34 tritt aber nicht nur in den 4 horizontalen, den 4 vertikalen und den 2 diagonalen Reihen, sondern noch an zahlreichen anderen Konfigurationen auf, z. B. in 4 Randquadraten, ferner in 4 Springerzügen, in 8 Rechtecken, in 4 weiteren Rechtecken, in dem mittleren Quadrat, in dem äusseren Eckquadrat, in 4 weiteren Quadraten, in 4 Parallelogrammen und in weiteren 4 Parallelogrammen, deren Abbildungen auf Seite 69 und folgenden wiedergegeben ist.

z. B. in den 4 Randquadraten:

16	3		
5	10		

		2	13
		11	8

9	6		
4	15		

		7	12
		14	1

ferner in den 4 Springerzügen:

16			
		11	
	6		
			1

			13
	10		
		7	
4			

	3		
			8
9			
		14	

		2	
5			
			12
	15		

in den 8 Rechtecken

16		2	
5		11	

	3		13
	10		8

9		7	
4		14	

	6		12
	15		1

16	3		
9	6		

5	10		
4	15		

		2	13
		7	12

		11	8
		14	1

in den 4 Rechtecken

	3	2	
	15	14	

5			8
9			12

	3		
5			
			12
		14	

		2	
			8
9			
	15		

in dem mittleren Quadrat und dem äusseren Eckquadrat

	10	11	
	6	7	

16			13
4			1

in den 4 Quadraten
(2 s. nächste Seite)

16		2	
9		7	

	3		13
	6		12

5		11	
4		14	

	10		8
	15		1

in den 4 Parallelogrammen

	3		
		11	
	6		
		14	

		2	
	10		
		7	
	15		

	10		8
9		7	

5		11	
	6		12

und in den 4 Parallelogrammen
(2 s. nächste Seite)

16	3		
		14	1

		2	13
4	15		

			13
			8
9			
4			

16			
5			
			12
			1

Hat man allgemein ein Quadrat mit n Feldern an jeder Seite, und sollen die Zahlen von 1 bis n^2 so eingereiht werden, dass das Quadrat zu einem magischen wird, so muss, wenn jede der n Horizontalreihen bezw. jede der n Vertikalreihen dieselbe Summe, etwa s, ergeben soll, die Summe aller dieser n Horizontalreihen bezw. n Vertikalreihen gleich der Summe aller Zahlen von 1 bis n^2 sein. Da letztere Summe, nach der bekannten Summenformel der einfachen arithmetischen Reihen $= \frac{n^2}{2}(1 + n^2)$ ist, so muss demnach

$$n.s = \frac{n^2}{2}(1 + n^2), \text{ oder } s = \frac{n}{2}(1 + n^2) \text{ sein.}$$

Für $n = 3$, d. h. für ein 9zelliges Quadrat wird demnach die konstante Summe $s = \frac{3}{2}(9 + 1) = 15$.

(vergl. das obige magische Quadrat des Theophrastus Paracelsus.)

Für $n = 4$, d. h. für ein 16zelliges Quadrat wird die konstante Summe $s = \frac{4}{2}(16 + 1) = 34$.

(vergl. das Dürer'sche Quadrat.)

Für $n = 5$, d. h. für ein 25zelliges Quadrat wird die konstante Summe $s = \frac{5}{2}(25 + 1) = 65$.

(vergl. die weiter unten zitierten magischen Quadrate der Pythagoräer.)

Für $n = 9$, d. h. für ein 81zelliges Quadrat wird die konstante Summe $s = \frac{9}{2}(81 + 1) = 369$.

(vergl. das oben erwähnte magische Quadrat an der Villa Albani in Rom.)

Ein 4zelliges Quadrat müsste gemäss obiger Formel für $n = 2$ die konstante Summe $s = \frac{2}{2}(4 + 1) = 5$ ergeben; es müssten dann, wenn man etwa an der 1ten Zelle mit der Zahl 1 beginnen würde, rechts daneben und unmittelbar darunter je die Zahl 4 stehen, was unmöglich ist, da es sich ja um lauter ungleiche Zahlen 1, 2, 3, 4 handelt. Es ist daher unmöglich, ein 4zelliges magisches Quadrat zu bilden.

Für die Bildung magischer Quadrate von ungerader Felderzahl bestehen zahlreiche Methoden, von denen die interessantesten die folgenden sind:

I. Indische Methode: „Man schreibe 1 in die Mitte der obersten Reihe, dann 2 als unterste Zahl der rechts von der Mitte befindlichen Vertikalreihe und schreibe dann die weiteren Zahlen in ihrer natürlichen Reihenfolge diagonal nach rechts oben so ein, dass, wenn man den rechten Rand erreicht, man am linken in der darüber befindlichen Reihe fortfährt und, wenn man den oberen Rand erreicht, man am unteren Rande in der rechts davon befindlichen Kolonne die Zählung weiterführt. Kommt man hiebei auf ein schon besetztes Feld, oder in die rechte obere Eckzelle des Quadrats, so setzt man die neue Zahl auf das Feld direkt unter dem zuletzt ausgefüllten."

Diese Regel soll nach den bekannten Reisebeschreibungen des französichen Regierungsbevollmächtigten De La Loubère im Besitze der Inder von Surate gewesen sein. (De La Loubère, „Du Royaume de Siam", Amsterdam und Paris 1691, II. Band, pag. 237). Diese Regel gilt jedoch nur für ungerade Stellenzahl. Nach De La Loubère sollen die Inder zwar auch ein Verfahren für gerade Zellenzahl besessen haben, doch wusste sein Gewährsmann hierüber nichts anzugeben, so dass er hierüber nur Vermutungen ausspricht.

8	1	6
3	5	7
4	9	2

Gemäss obiger Regel erhält man für ein 9zelliges, (s. nebenstehend) bezw. 25zelliges und ein 49zelliges magisches Quadrat (s. nächste Seite) folgende Anordnung:

30	39	48	1	10	19	28
38	47	7	9	18	27	29
46	6	8	17	26	35	37
5	14	16	25	34	36	45
13	15	24	33	42	44	4
21	23	32	41	43	3	12
22	31	40	49	2	11	20

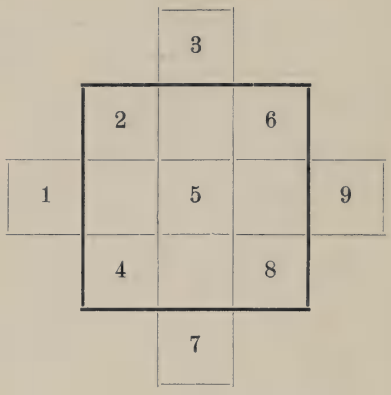
17	24	1	8	15
23	5	7	14	16
4	6	13	20	22
10	12	19	21	3
11	18	25	2	9

Ausser der obigen indischen Methode, magische Quadrate mit ungerader Felderzahl zu bilden, ist am bekanntesten

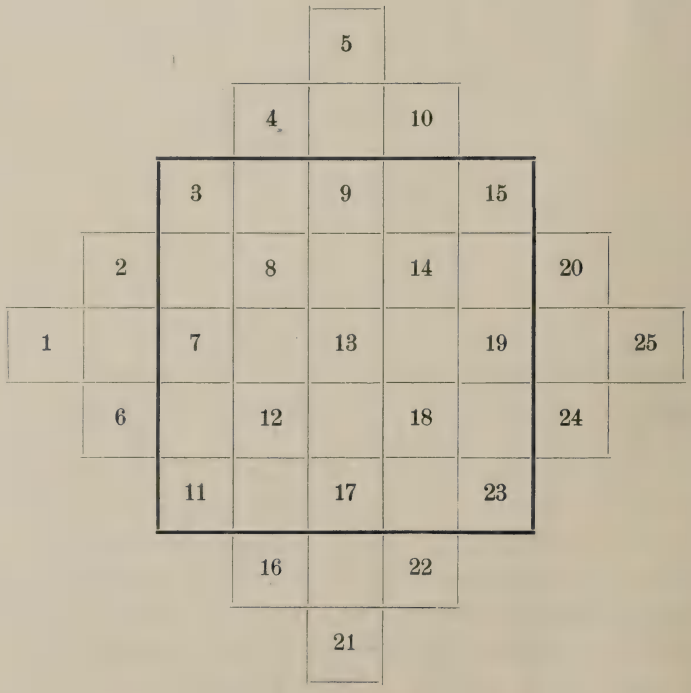
II. Bachet's Terrassenmethode. „Man schreibe die Zahlen nach ihrer natürlichen Reihenfolge, wie die folgende zeigt, diagonal, wobei die ausserhalb des durch starke Umrandung hervorgehobenen Quadrats liegenden Teile der Figur als „Terrasse“ bezeichnet sein sollen. Man verschiebe hierauf die Terrasse parallel mit sich so, dass ihre Basis, (die Quadratseite, auf welcher sie stehen) mit der gegenüberliegenden Quadratseite zusammenfällt. Hierdurch gelangen die ausserhalb

des Quadrats stehenden Zahlen in die noch leeren Zellen des Quadrats und es entsteht ein magisches Quadrat.“

Nach dieser Methode erhält man aus folgenden Anordnungen die folgenden magischen Quadrate:



2	7	6
9	5	1
4	3	8



3	16	9	22	15
20	8	21	14	2
7	25	13	1	19
24	12	5	18	6
11	4	17	10	23

Diese von Bachet de Méziriac aus dem Jahre 1624 stammende sog. Terassenmethode fällt im wesentlichen mit der ersten der beiden Methoden zusammen, welche in einer bereits aus dem 14. Jahrhundert stammenden Abhandlung des Byzantiners Moschopulos gegeben wurden.

Die andere von dem Byzantiner Moschopulos stammende Bildungsweise magischer Quadrate von ungerader Zellenzahl ist die folgende:

III. Moschopulos' Springer-Methode: „Man setze bei einem durch 3 nicht teilbaren n die Zahl 1 in eine beliebige Zelle des Quadrats, bei einem durch 3 teilbaren n dagegen in die Mittelzelle der untersten Reihe und gehe dann von hier um eine Kolonne nach rechts und um 2 Zeilen nach oben (Springerzug), setze in die betreffende Zelle die Zahl 2 und gehe dann von hier entsprechend weiter. Kommt man dabei auf eine schon besetzte Zelle, so gehe man von der zuletzt ausgefüllten in derselben vertikalen Kolonne 4 Zeilen weiter nach oben und fülle die so erhaltenen statt der schon besetzten aus. Dabei ist für alle diese Züge die Vorstellung zu Grunde zu legen,

Beispiel für $n = 3$.

4	9	2
3	5	7
8	1	6

Beispiele für $n = 5$,

23	6	19	2	15
4	12	25	8	16
10	18	1	14	22
11	24	7	20	3
17	5	13	21	9

5	13	21	9	17
6	19	2	15	23
12	25	8	16	4
18	1	14	22	10
24	7	20	3	11

dass an die oberste Zeile sich wieder die unterste und an die Randkolonne rechts sich wieder die linke Randkolonne anschliesst.

Die obige sog. Springermethode des Moschopulos ist nur ein Spezialfall einer weit allgemeineren Methode, die der Amerikaner Mc. Clintock im Jahre 1897 veröffentlicht hat. Man kann nämlich statt des angegebenen Springerzuges zahlreiche andere Gangarten zu grunde legen, wozu dann in jedem Falle ein passender Hilfszug hinzuzunehmen ist. Die nähere Betrachtung der Clintock'schen Methode würde hier jedoch zu weit führen.

Anmerkung. Gewisse magische Quadrate besitzen die Eigenschaft, dass nicht nur die horizontalen, die vertikalen und die diagonalen Reihen eine konstante Summe ergeben, sondern dass auch die gebrochenen Diagonalen diese konstante Summe aufweisen. Solche magische Quadrate nennt man nach Lucas auch „diabolisch", bezw. nach Mc. Clintock auch „pandiagonal". Ohne auf die Theorie dieser Spezialgattung magischer Quadrate einzugehen, sei hier nur erwähnt, dass ein solches pandiagonales Quadrat in Bezug auf das Mittelfeld symmetrisch ist, oder aber in ein symmetrisches verwandelt werden kann, indem man durch Zeilen- und Kolonnenvertauschung die mittlere Zahl $\frac{n^2+1}{2}$ in die Mittelzelle bringt. Diese Symmetrie ist so zu verstehen, dass je 2 zum Mittelfeld symmetrisch gelegene Zahlen stets dieselbe Summe (n^2+1) ergeben. Um z. B. ein pandiagonales Quadrat, oder ein diabolisches Quadrat von 5 Zellen an jeder Seite zu erhalten, setze man $\frac{5^2+1}{2} = \frac{25+1}{2} = 13$ in die Mittelzelle, bringe nach dem umgekehrten Moschopulos'schen Springerzuge die vorhergehenden 12 Zahlen und dann mit Hilfe des direkten Springerzuges die nächsten 12 Zahlen an ihre richtige Stelle, so erhält man das nebenstehende magische, bezw. pandiagonale, oder diabolische Quadrat.

10	18	1	14	22
11	24	7	20	3
17	5	13	21	9
23	6	19	2	15
4	12	25	8	16

Man sieht hier, dass je 2 Felder, die zum Mittelfeld symmetrisch

liegen, z. B. 18 und 8; 11 und 15 u. s. w., die konstante Summe 26 geben, und dass jede gebrochene Diagonale, z. B.

10				
11				
		13		
				15
				16

			14	
			20	
		13		
	6			
	12			

u. s. w. dieselbe konstante Summe 65 ergibt, die jede horizontale, oder jede vertikale, oder jede diagonale Reihe liefert.

IV. Scheffler's Methode. Die von den französischen Mathematikern De La Hire und Sauveur im Anfang des 18ten Jahrhunderts (1710) aufgestellte allgemeine Bildungsmethode magischer Quadrate ist von Scheffler im Jahre 1882 (vergl. Scheffler, „Die magischen Figuren" Leipzig 1882) vervollkommnet worden. Um dieses Verfahren kennen zu lernen, wählen wir das Beispiel von 5 mal 5 Feldern. Zunächst formieren wir zwei Hilfsquadrate. In das 1te schreiben wir 5mal die Zahlen 1 bis 5, in das 2te die Vielfachen von 5, nämlich 0, 5, 10, 15, 20. Es ist nun klar, dass durch Addieren jeder der Zahlen 1 bis 5 zu jeder der Zahlen 0, 5, 10, 15, 20 alle Zahlen von 1 bis 25 entstehen. Es handelt sich also bloss darum, die Zahlen so einzuschreiben, dass durch Addition der beiden Zahlen in 2 entsprechend liegenden Feldern auch wirklich jede Zusammenstellung auch einmal und zwar nur einmal herauskommt, und dass ferner in jeder horizontalen, vertikalen und diagonalen Reihe in jedem Hilfsquadrat jede Zahl auch wirklich erscheint. Es muss dann die erforderliche Summe 65 erscheinen, weil die Summe der Zahlen 1 bis 5 nichts anders als 15 und diejenige der Zahlen 0, 5, 10, 15, 20 nichts anders als 50 ist. Man erreicht die erforderliche Art der Einschreibung dadurch, dass man sich 1, 2, 3, 4, 5 oder 0, 5, 10, 15, 20 zyklisch denkt, d. h. auf 5 wieder folgend 1 und dass man nun, von irgend

einer Zahl ausgehend, entweder keine oder immer eine oder zwei u. s. w. Zahlen überspringt. So entstehen Zyklen der 1ten bis 4ten Ordnung; so ist z. B.

3, 4, 5, 1, 2 ein Zyklus 1ter Ordnung
2, 4, 1, 3, 5 „ „ 2ter „
4, 2, 5, 3, 1 „ „ 3ter „
1, 5, 4, 3, 2 „ „ 4ter „ u. s. w.

Man hat nun bei beiden Hilfsquadraten zunächst darauf zu achten, dass horizontal in allen Reihen dieselbe Zyklusordnung festgehalten wird und dass dasselbe auch in allen vertikalen Reihen geschieht, dass aber die Zyklusordnung horizontal und vertikal verschieden ist. Endlich hat man noch darauf zu achten, dass zu denselben Zahlen des einen Hilfsquadrats in dem anderen Hilfsquadrat nicht gleiche Zahlen, sondern verschiedene Zahlen zugehören, d. h. in Feldern liegen, die dieselbe Lage in den beiden Quadraten haben. Möglich sind also z. B. die folgenden 2 Hilfsquadrate:

1	3	5	2	4
5	2	4	1	3
4	1	3	5	2
3	5	2	4	1
2	4	1	3	5

20	0	5	10	15
10	15	20	0	5
0	5	10	15	20
15	20	0	5	10
5	10	15	20	0

21	3	10	12	19
15	17	24	1	8
4	6	13	20	22
18	25	2	9	11
7	14	16	23	5

Addiert man nun immer die beiden Zahlen, die in gleichliegenden Feldern beider Quadrate stehen, so erhält man das nebenstehende magische Quadrat.

Es ist leicht ersichtlich, dass man auf diese Weise eine grosse Menge von magischen Quadraten von 5mal 5 Feldern bilden kann. Man hat nämlich nur die beiden

24	1	8	15	17
13	20	22	4	6
2	9	11	18	25
16	23	5	7	14
10	12	19	21	3

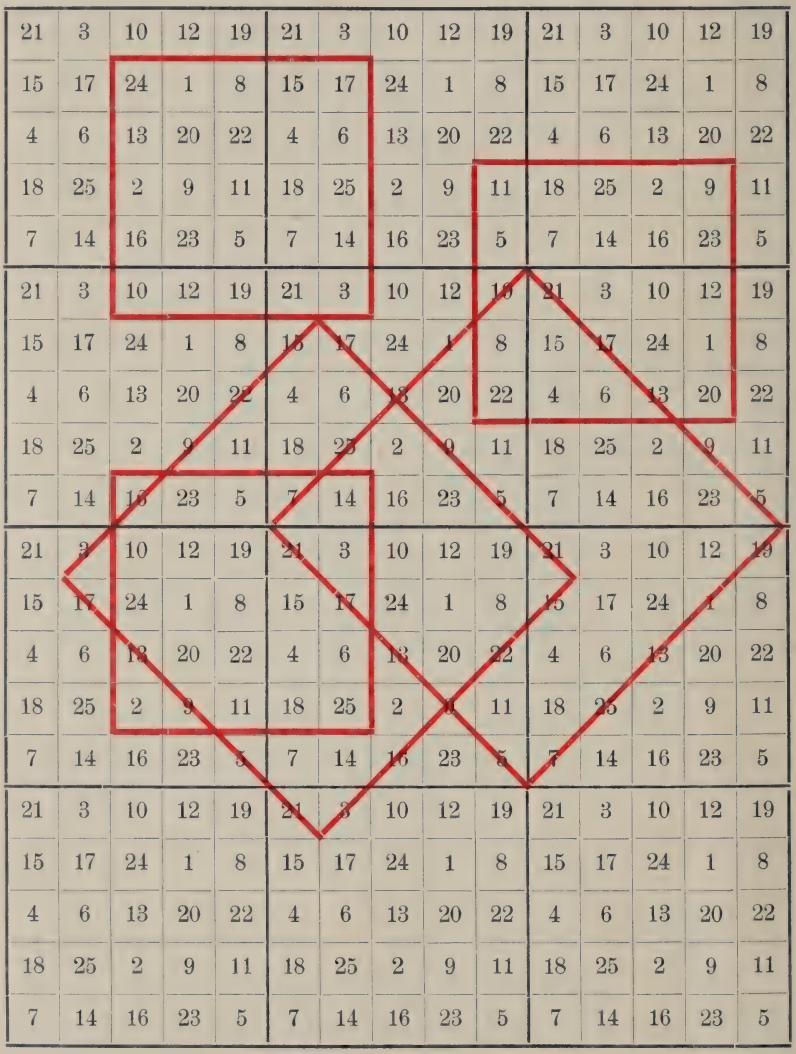
11	18	25	2	9
5	7	14	16	23
19	21	3	10	12
8	15	17	24	1
22	4	6	13	20

16	23	5	7	14
10	12	19	21	3
24	1	8	15	17
13	20	22	4	6
2	9	11	18	25

3	16	9	22	15
24	12	5	18	6
20	8	21	14	2
11	4	17	10	23
7	25	13	1	19

21	17	13	9	5
8	4	25	16	12
20	11	7	3	24
2	23	19	15	6
14	10	1	22	18

Neubildung magischer Quadrate nach der Scheffler'schen Methode (v. J. 1882).



21	3	10	12	19	21	3	10	12	19	21	3	10	12	19
15	17	24	1	8	15	17	24	1	8	15	17	24	1	8
4	6	13	20	22	4	6	13	20	22	4	6	13	20	22
18	25	2	9	11	18	25	2	9	11	18	25	2	9	11
7	14	16	23	5	7	14	16	23	5	7	14	16	23	5
21	3	10	12	19	21	3	10	12	19	21	3	10	12	19
15	17	24	1	8	15	17	24	1	8	15	17	24	1	8
4	6	13	20	22	4	6	13	20	22	4	6	13	20	22
18	25	2	9	11	18	25	2	9	11	18	25	2	9	11
7	14	16	23	5	7	14	16	23	5	7	14	16	23	5
21	3	10	12	19	21	3	10	12	19	21	3	10	12	19
15	17	24	1	8	15	17	24	1	8	15	17	24	1	8
4	6	13	20	22	4	6	13	20	22	4	6	13	20	22
18	25	2	9	11	18	25	2	9	11	18	25	2	9	11
7	14	16	23	5	7	14	16	23	5	7	14	16	23	5
21	3	10	12	19	21	3	10	12	19	21	3	10	12	19
15	17	24	1	8	15	17	24	1	8	15	17	24	1	8
4	6	13	20	22	4	6	13	20	22	4	6	13	20	22
18	25	2	9	11	18	25	2	9	11	18	25	2	9	11
7	14	16	23	5	7	14	16	23	5	7	14	16	23	5

Hilfsquadrate auf alle nach den obigen Bedingungen möglichen Weisen anzufüllen.

Die sog. Scheffler'schen magischen Quadrate haben noch die besondere Eigentümlichkeit, dass je 5 Zahlen, welche 2 Reihen ausfüllen, die einer Diagonale parallel sind und auf verschiedenen Seiten derselben liegen, auch die konstante Summe 65 liefern, z. B. 10, 1, 22, und 18, 14 oder 19 und 15, 6, 2, 23. Es entsteht also die Summe 65 im ganzen auf 20fache Weise, nämlich aus 5 horizontalen Reihen, aus den 5 vertikalen Reihen, aus den 2 diagonalen Reihen und aus 2mal 4 Paaren von Reihen, die diesen diagonalen Reihen parallel sind. Scheffler hat auch bewiesen, dass jedes magische Quadrat, das alle diese Bedingungen erfüllt, auch aus 2 Hilfsquadraten in der angegebenen Weise entstehen muss. Mit der Eigentümlichkeit, dass 2 einer Diagonale parallele Reihen von 5 Zahlen auch die konstante Summe 65 liefern, hängt die folgende weitere Eigenschaft der Scheffler'schen Quadrate zusammen:

Wenn man neben, oder über, oder unter ein solches Quadrat das gleiche Quadrat immer noch einmal ansetzt, so liefern beliebige 5mal 5 Felder, die man willkürlich herausgreift, immer wieder ein richtiges magisches Quadrat. Setzt man z. B das obige Scheffler'sche Quadrat nach rechts und nach unten weiter fort, so erhält man die Figur wie auf der Beilage ersichtlich.

Jedes Quadrat von 5 mal 5 Feldern, wie z. B. die fett umzäunten, zeigt die oben erwähnten magischen Eigenschaften. So sind z. B. die herausgegriffenen Quadrate wiederum magische Quadrate (s. Rückseite der Beilage.)

Die bisherigen Methoden der Bildung magischer Quadrate bezogen sich durchweg auf solche von ungerader Felderzahl. Von den Quadraten mit gerader Felderzahl ist nur das Dürer'sche Quadrat mit 4mal 4 Feldern oben näher betrachtet worden.

Um auch magische Quadrate mit höherer gerader Felderzahl bilden zu können, dienen andere und kompliziertere Methoden als für ungerade Felderzahl, so z. B. die

Methode von Harrison-Ball für gerade Felderzahl. Man schreibe die Zahlen von 1 bis n^2 in

natürlicher Reihenfolge in die n^2 Zellen von links nach rechts und von oben nach unten und lasse die in den beiden Diagonalfeldern sich befindenden Zahlen stehen. In die übrigen Felder schreibe man die Ergänzungen der dorthin gehörigen Zahlen zu $(n^2 + 1)$ und nehme dann noch eine Reihe von Vertauschungen vor. Welche Vertauschungen je 2er Zahlen, die in symmetrischen Feldern stehen, bei ganz beliebiger gerader Felderzal vorzunehmen sind, damit sich aus allen Reihen eine konstante Summe ergibt, erkennt man leichter empirisch, als nach der theoretischen Regel, die schon De La Hire aufgestellt und Ball vervollkommnet hat. Da aber die Herleitung und Begründung dieser Regel etwas kompliziert ist, so möge es hier genügen, wenn im folgenden die magischen Quadrate für 6 mal 6, 8 mal 8 und für 10 mal 10 Felder angegeben werden. Immer stehen in den Diagonalen die Zahlen, die bei der natürlichen Reihenfolge dort wirklich hingehören. In die sonstigen Felder sind dann die Ergänzungen zu $(n^2 + 1)$ hinzuzuschreiben. Darauf sind Vertauschungen vorzunehmen, wie sie aus den folgenden Quadraten erkennbar sind:

Magisches Quadrat mit 6 mal 6 Felder:

1	35	34	3	32	6
30	8	28	27	11	7
24	23	15	16	14	19
13	17	21	22	20	18
12	26	9	10	29	25
31	2	4	33	5	36

Konstante Summe $= \frac{6}{2}(6^2 + 1) = 111.$

Magisches Quadrat mit 8 mal 8 Felder:

1	63	62	4	5	59	58	8
56	10	11	53	52	14	15	49
48	18	19	45	44	22	23	41
25	39	38	28	29	35	34	32
33	31	30	36	37	27	26	40
24	42	43	21	20	46	47	17
16	50	51	13	12	54	55	9
57	7	6	60	61	3	2	64

Konstante Summe $= \frac{8}{2}(8^2 + 1) = 260.$

Magisches Quadrat mit 10 mal 10 Felder:

1	99	3	97	96	5	94	8	92	10
90	12	88	14	86	85	17	83	19	11
80	79	23	77	25	26	74	28	22	71
31	69	68	34	66	65	37	33	62	40
60	42	58	57	45	46	44	53	49	51
50	52	43	47	55	56	54	48	59	41
61	32	38	64	36	35	67	63	39	70
21	29	73	27	75	76	24	78	72	30
20	82	18	84	15	16	87	13	89	81
91	9	93	4	6	95	7	98	2	100

Konstante Summe $= \frac{10}{2}(10^2 + 1) = 505.$

Die auf diese Weise gebildeten magischen Quadrate mit gerader Felderzahl besitzen zwar die für alle magischen Quadrate geforderte konstante Summe der horizontalen, der vertikalen und der diagonalen Reihen, nicht aber die besondere Eigenschaft, die den nach der Scheffler'schen Methode gebildeten magischen Quadraten zukommt, dass nämlich auch 2 zu beiden Seiten einer Diagonale liegende parallele Reihen die betreffende konstante Summe zeigen. Es ist übrigens nachgewiesen worden, dass es überhaupt unmöglich ist, bei gerader Felderzahl ein magisches Quadrat zu bilden, das diese besondere Eigenschaft besitzt.

Ähnlich wie Scheffler seine magischen Quadrate durch Zusammenstellung zweier Hilfsquadrate erhalten hat, hat Labosne (Bachet-Ausgabe von 1879) solche magische Quadrate für gerade Felderzahl aus 2 Hilfsquadraten gebildet. So z. B. erhält man aus den 2 Hilfsquadraten:

1	2	3	4
4	3	2	1
2	1	4	3
3	4	1	2

und

0	4	8	12
8	12	0	4
12	8	4	0
4	0	12	8

das magische Quadrat:

1	6	11	16
12	15	2	5
14	9	8	3
7	4	13	10

ferner liefern die 2 Hilfsquadrate

1	5	4	3	2	6
6	2	4	3	5	1
6	5	3	4	2	1
1	5	3	4	2	6
6	2	3	4	5	1
1	2	4	3	5	6

und

0	30	30	0	30	0
24	6	24	24	6	6
18	18	12	12	12	18
12	12	18	18	18	12
6	24	6	6	24	24
30	0	0	30	0	30

das magische Quadrat:

1	35	34	3	32	6
30	8	28	27	11	7
24	23	15	16	14	19
13	17	21	22	20	18
12	26	9	10	29	25
31	2	4	33	5	36

Ausser den oben angeführten Methoden zur Bildung magischer Quadrate von gerader Felderzahl gibt es auch noch weitere Methoden, z. B. die von Michael Stifel (v. J. 1544), die im wesentlichen darin besteht, durch Umränderung eines schon bestehenden magischen Quadrates von $(n - 2)^2$ Feldern ein solches von n^2 Feldern zu erhalten. Eine ähnliche Methode stammt von Frenicle de Bessy v. J. 1873, doch würde hier die Entwicklung dieser Methoden zu weit führen.

Magische Jahreszahlquadrate. Will man ein magisches Quadrat haben, in welchem die konstante Summe einer jeden horizontalen, vertikalen und diagonalen Reihe eine bestimmte Jahreszahl, z. B. 1905, oder allgemein J ergibt, so hat man nur in dem aus den aufeinander folgenden Zahlen 1 bis n^2 gebildeten magischen Quadrat zu jeder Zahl eine gewisse andere ganze Zahl

Z zu addieren, die sich dadurch leicht ergibt, dass, weil in dem gewöhnlichen mag. Quadrat die konstante Summe $= \frac{n}{2}(n^2+1)$ ist und auf jedem Felde noch die Zahl Z hinzukommt,

$$J = \frac{n}{2}(n^2+1) + n\,Z \text{ sein muss.}$$

Ist n eine ungerade Zahl, so folgt aus dieser Gleichung, dass n ein Teiler von J sein muss. Ist n eine gerade Zahl, etwa der Form $2^a . m$, wobei m eine ungerade Zahl ist, so folgt aus obiger Gleichung, dass J sowohl den Faktor m als auch den Faktor 2^{a-1} haben muss.

Um z. B. ein magisches Quadrat für die Jahreszahl 1905 zu erhalten, hat man nur, da 5 in 1905 enthalten ist, von einem magischen Quadrat mit 5 mal 5 Feldern auszugehen, z. B. von dem nach der indischen Methode (s. oben) gebildeten mag. Quadrat:

17	24	1	8	15
23	5	7	14	16
4	6	13	20	22
10	12	19	21	3
11	18	25	2	9

Man hat dann Z nur so zu wählen, dass

$$1905 = \frac{5}{2}(5^2+1) + 5\,Z$$
$$1905 = 65 + 5\,Z$$
$$5\,Z = 1840, \text{ d. h.}$$
$$Z = 368 \text{ ist.}$$

Addiert man zu jeder der obigen Zahlen noch 368, so erhält man für die Jahreszahl 1905 das folgende (s. n. Seite) magische Quadrat:

Das magische Quadrat für die Jahreszahl 1905:

385	392	369	376	383
391	373	375	382	384
372	374	381	388	390
378	380	387	389	371
379	386	393	370	377

Ebenso lässt sich z. B. die Jahreszahl 1897, da die ungerade Zahl 7 ein Faktor dieser Zahl ist, aus einem gewöhnlichen magischen Quadrat mit 7 mal 7 Feldern, z. B. aus dem folgenden nach der indischen Methode (s. oben) gefundenen magischen Quadrat bilden:

30	39	48	1	10	19	28
38	47	7	9	18	27	29
46	6	8	17	26	35	37
5	14	16	25	34	36	45
13	15	24	33	42	44	4
21	23	32	41	43	3	12
22	31	40	49	2	11	20

Ist Z die allerseits zu addierende Zahl, so muss

$$1897 = \frac{7}{2}(7^2 + 1) + 7.\ Z$$

$$1897 = 175 + 7\ Z,$$
$$7\ Z = 1722, \text{ d. h.}$$
$$Z = 246 \text{ sein.}$$

Addiert man also zu jeder der obigen Zahlen noch die Zahl 246, so erhält man das auf der nächsten Seite abgebildete magische Quadrat für die Jahreszahl 1897.

Das magische Quadrat für die Jahreszahl 1897:

276	285	294	247	256	265	274
284	293	253	255	264	273	275
292	252	254	263	272	281	283
251	260	262	271	280	282	291
259	261	270	279	288	290	250
267	269	278	287	289	249	258
268	277	286	295	248	257	266

Ineinanderliegende magische Quadrate.

Die einzelnen Zahlen eines magischen Quadrates lassen sich auch so anordnen, dass, wenn man am Rande immer je eine Reihe wegnimmt, das übrig bleibende kleinere Quadrat wiederum ein magisches Quadrat wird, d. h. die Eigenschaft hat, dass

40	1	2	3	42	41	46
38	31	13	14	32	35	12
39	30	26	21	28	20	11
43	33	27	25	23	17	7
6	16	22	29	24	34	44
5	15	37	36	18	19	45
4	49	48	47	8	9	10

die horizontalen, die vertikalen und die diagonalen Reihen eine konstante Summe liefern.

So liefert z. B. das grosse Quadrat mit 7 mal 7 Feldern und den Zahlen 1 bis 49 die konstante Summe 175, $[= \frac{7}{2}(7^2 + 1)]$ das nächste Quadrat mit 5 mal 5 Feldern und den Zahlen 13 bis 37 die konstante Summe 125, $[= \frac{5}{2}(5^2 + 1) + 5.12]$ und das innere Quadrat mit 3 mal 3 Feldern und den Zahlen 21 bis 29 die konsante Summe 75 $[= \frac{3}{2}(3^2 + 1) + 3.20]$.

Ein anderes Beispiel ist das folgende:

1	63	62	4	5	59	58	8
56	15	49	48	44	19	20	9
55	47	25	28	39	38	18	10
11	22	40	37	26	27	43	54
53	42	34	35	32	29	23	12
13	24	31	30	33	36	41	52
14	45	16	17	21	46	50	51
57	2	3	61	60	6	7	64

In dem grossen magischen Quadrat mit den Zahlen 1 bis 64 und der konstanten Summe 260 liegt ein 2tes magisches Quadrat mit den Zahlen 15 bis 50 und der konstanten Summe 195 und innerhalb dieses 2ten Quadrates liegt noch ein 3tes magisches Quadrat mit den Zahlen 25 bis 40 und der konstanten Summe 130.

Magische Quadrate mit magischen Teilen. Gewisse magische Quadrate lassen sich durch Teillinien parallel zu den Seiten so zerlegen, dass die dadurch entstandenen kleineren Quadrate ebenfalls magisch werden. So lässt sich z. B. das folgende magische Quadrat von 8 mal 8 Feldern durch die beiden zu den Seiten parallelen Mittellinien in 4 Teile von je 4 mal 4 Feldern so zerlegen, dass jedes der 4 entstandenen kleineren Quadrate wiederum ein magisches Quadrat wird, d. h. wiederum aus jeder horizontalen, vertikalen und diagonalen Reihe eine konstante Summe liefert.

58	7	29	36	54	11	17	48
59	6	32	33	55	10	20	45
8	57	35	30	10	53	47	18
5	60	34	31	9	56	46	19
62	3	21	44	50	15	25	40
63	2	24	41	51	14	28	37
4	61	43	22	16	49	39	26
1	64	42	23	13	52	38	27

Will man ein magisches Quadrat aus 9 mal 9 Feldern haben, das sich in 9 magische Quadrate von 3 mal 3 Felder zerlegen lassen soll, so schreibe man zunächst einem Quadrat von 3 mal 3 Feldern die Zahlen I bis IX magisch ein, wie auf der nächsten Seite folgt: (vergl. die obige indische Methode.)

VIII	I	VI
III	V	VII
IV	IX	II

In das Quadrat I schreibe man dann die Zahlen 1 bis IX magisch ein, in das Quadrat II die Zahlen 10 bis 18 u.s.w. und erhält so schliesslich ein Quadrat mit 9 mal 9 Feldern, das nicht bloss als ganzes magisch ist, sondern auch aus 9 Quadraten sich zusammensetzt, die jedes für sich magisch sind. Das hierdurch entstandene Quadrat sieht dann folgenderart aus:

71	64	69	8	1	6	53	46	51
66	68	70	3	5	7	48	50	52
67	72	65	4	9	2	49	54	47
26	19	24	44	37	42	62	55	60
21	23	25	39	41	43	57	59	61
22	27	20	40	45	38	58	63	56
35	28	33	80	73	78	17	10	15
30	32	34	75	77	79	12	14	16
31	36	29	76	81	74	13	18	11

Ausser den magischen Quadraten sind zahlreiche andere magische Gebilde behandelt worden, so z. B. Rechtecke, Polygone, Kreise, Cylindermantelflächen, Kreuze, Kuben und Parallelepipeda,

doch würde es hier zu weit führen, näher auf die diesbezüglichen Arbeiten und Studien von Harmuth, Scheffler, Franclin, Pessl, Sauveur, Moon und Hugel einzugehen. Ebenso würde es zu weit führen, noch auf die Quadrate einzugehen, bei denen statt der Forderung konstanter Summen in den Zeilen u. s. w. diejenige konstanter Produkte tritt, (Stifel) oder bei denen die in den einzelnen Zellen stehenden Zahlen so beschaffen sind, dass, wenn man dieselben durch ihre Quadrate ersetzt, wiederum ein magisches Quadrat entsteht. (vergl. die Studien von Coccoz aus den Jahren 1889, 1892 und 1895.)

Zum Schluss mögen noch die 7 magischen Quadrate angeführt sein, die die alten Pythagoräer dem Planeten Mars geweiht hatten. Jedes dieser 7 magischen Quadrate von je 5 mal 5 Felder besitzt in der Mitte die Zahl 13 als Angelpunkt und liefert für jede horizontale, vertikale und diagonale Reihe die konstante Summe $5 . 13 = 65$. Es sind dies die folgenden 7 magischen Quadrate:

I.

17	24	1	8	15
23	5	7	14	16
4	6	13	20	22
10	12	19	21	3
11	18	25	2	9

II.

11	24	7	20	3
4	12	25	8	16
17	5	13	21	9
10	18	1	14	22
23	6	19	2	15

III.

11	22	9	20	3
2	14	25	8	16
19	5	13	21	7
10	18	1	12	24
23	6	17	4	15

IV.

11	24	17	10	3
4	12	25	18	6
7	5	13	21	19
20	8	1	14	22
23	16	9	2	15

V.

3	10	25	16	11
20	8	19	12	6
5	9	13	17	21
22	14	7	18	4
15	24	1	2	23

VI.

12	25	6	19	3
5	11	24	8	17
16	4	13	22	10
9	18	2	15	21
23	7	20	1	14

VII.

1	20	23	16	5
4	18	9	12	22
15	7	13	19	11
24	14	17	8	2
21	6	3	10	25

Das Quadrat I ist zugleich ein diabolisches oder pandiagonales magisches Quadrat und kann nach der oben angegebenen indischen Methode gebildet werden, das Quadrat II ist ebenfalls diabolisch oder pandiagonal und lässt sich nach der oben dargelegten sog. Bachet'schen Terassenmethode, bezw. nach der 1. Methode des Byzantiners Moschopulos bilden, während das Quadrat III nach der Methode von De La Loubère, De La Hire und Sauveur durch Addition der in den gleichnamigen Feldern stehenden Zahlen der 2 Quadrate

1	2	4	5	3
2	4	5	3	1
4	5	3	1	2
5	3	1	2	4
3	1	2	4	5

10	20	5	15	0
0	10	20	5	15
15	0	10	20	5
5	15	0	10	20
20	5	15	0	10

gebildet werden kann. Das Quadrat IV ist ebenfalls diabolisch oder pandiagonal und kann aus dem Quadrat III gebildet werden, indem man die Mittelzahl 13 und die 4 Eckzahlen 11, 3, 23, 15, sowie die links, rechts oben und unten von der Mittelzahl 13 stehenden Zahlen stehen lässt und die neben bezw. oberhalb und unterhalb dieser Zahlen stehenden Zahlen symmetrisch in Bezug auf die Mittelzahl 13 vertauscht. Von den übrigen Zahlen hat man dann nur noch je die 4ten in einer schrägen Diagonalreihe zu vertauschen. Die Quadrate V und VI sind gewöhnliche magische Quadrate und können aus den Quadraten III und IV durch symmetrische Vertauschungen der einzelnen Zahlen gefunden werden. Das letzte Quadrat VII kann man sich endlich dadurch entstanden denken, dass man in dem

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Quadrat der 25 natürlichen aufeinanderfolgenden Zahlen die Mittelzahl 13 und die 4 Eckzahlen 1, 5, 21 und 26 stehen lässt. Um die Mittelzahl gruppiert man dann ein Quadrat mit 3 mal 3 Feldern so, dass je 2 zum Mittelglied 13 symmetrische Glieder die konstante Summe 26, bezw. dass jede horizontale,

18	9	12
7	13	19
14	17	8

vertikale und diagonale Reihe die konstante Summe 39 ergibt. Die dann noch fehlenden Zahlen werden so hingeschrieben, dass je zwei gegenüberstehende oben und unten bezw. links und rechts die Summe 26 ergeben.

Quellenangabe.

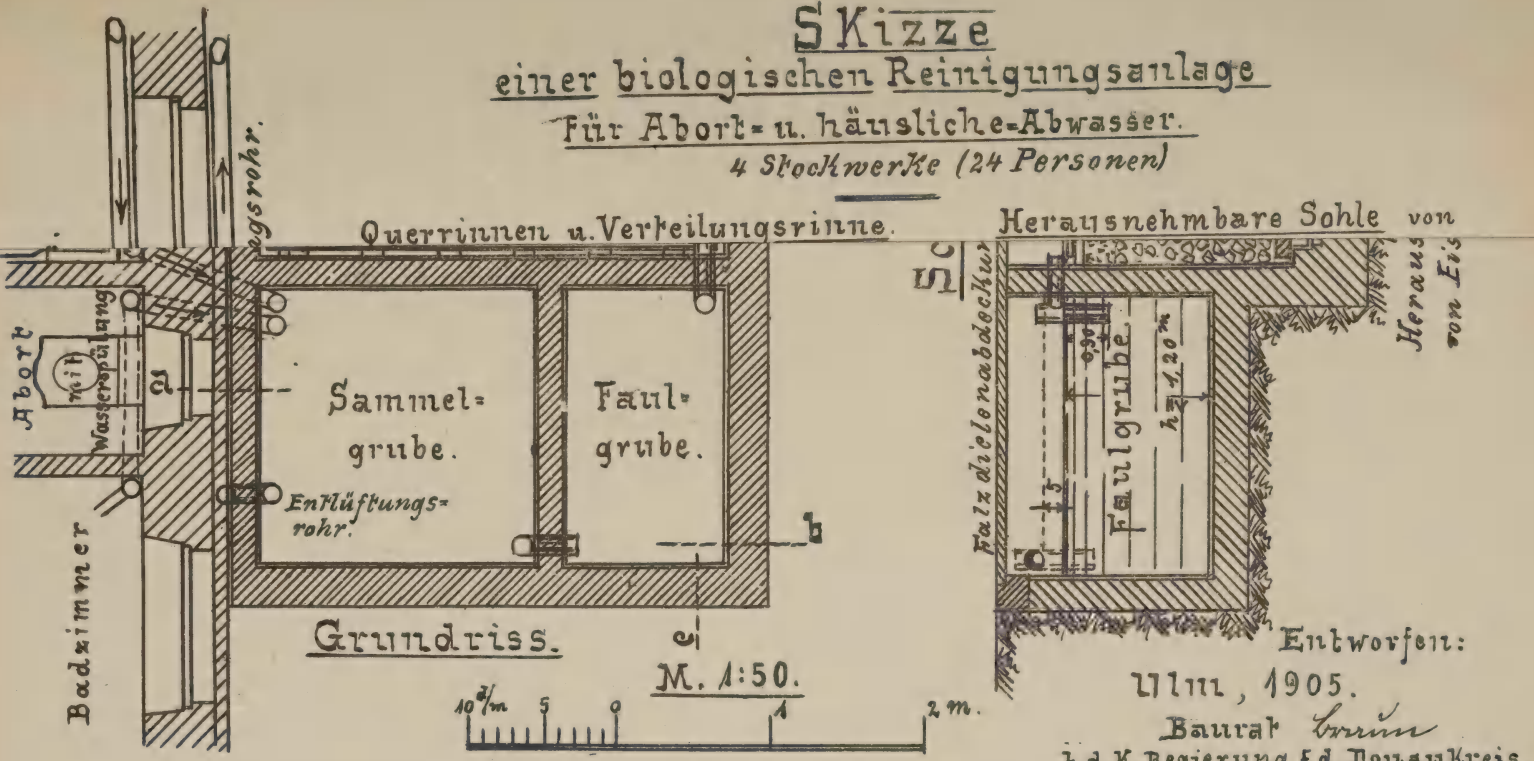
Bartholomäi, Vorlesungen über die Philosophie der Mathematik. Jena 1860.
Bellinbach, Die Magie der Zahlen. Wien 1882.
Wuttke, Der deutsche Volksaberglaube. Hamburg 1860.
Lenormant, Die Magie und Wahrsagekunst der Chaldäer. Jena 1878.
Graf, Ueber Zahlenaberglauben. Bern 1904.
Schubert, Mathematische Unterhaltungen, 2 Bände. Leipzig 1900.
Ahrens, Mathematische Unterhaltungen. Leipzig 1901.
Günther, Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathem. Wissenschaften. Leipzig 1876.
Kürten, Theorie der magischen Quadrate. Köln 1886.
Scheffler, Die magischen Figuren. Leipzig 1882.
Hugel, Das Problem der magischen Systeme. Neustadt a. d. H. 1876.
Ozanam, Recréations mathématiques et physiques. Paris 1840.
Mc. Clintock, On the most perfect forms of magic squares. 1897.
Bachet de Méziriae, Problesmes plaisans et délectables qui se font par des nombres. 3. u. 4. Ausg. herausgegeben von Labosne 1874 u. 1879.

Skizze

einer biologischen Reinigungsanlage

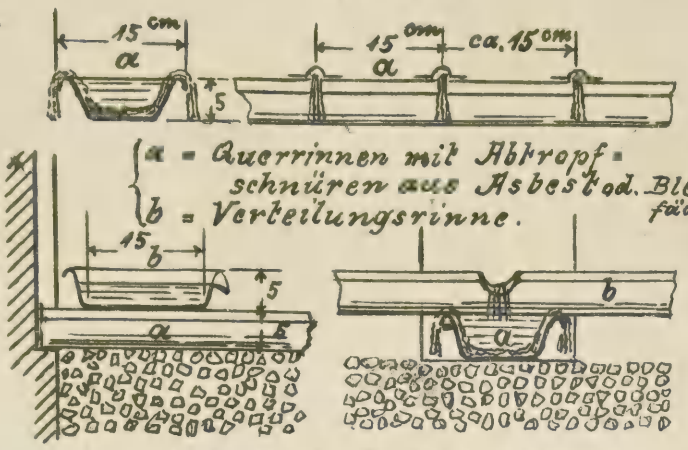
Für Abort- u. häusliche-Abwasser.

4 Stockwerke (24 Personen)

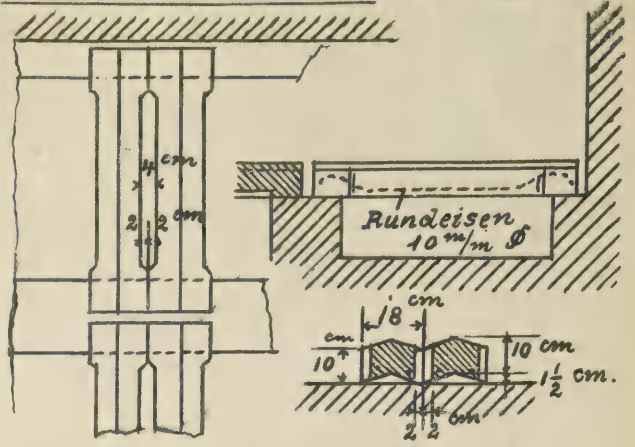


Skizze
einer biologischen Reinigungsanlage
Für Abort- u. häusliche-Abwasser.
4 Stockwerke (24 Personen)

Querrinnen u. Verteilungsrinne.
M. 1:10.



Herausnehmbare Sohle von Eisenbeton-Platten. M. 1:25.



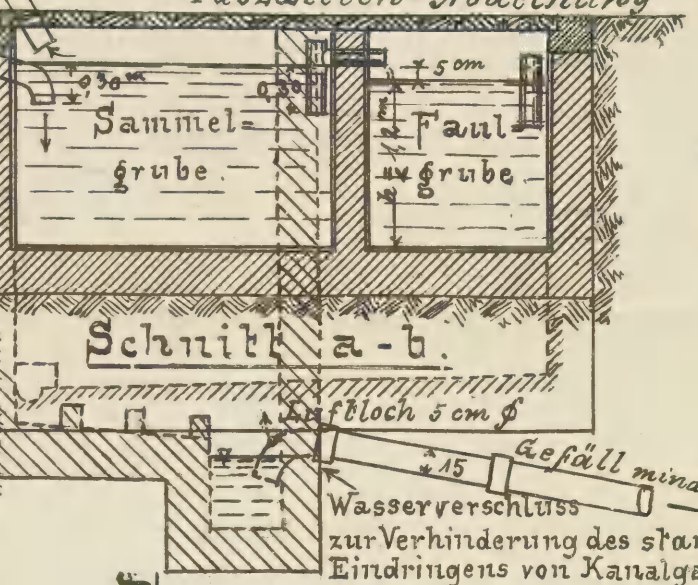
Falzdielen-Abdeckung

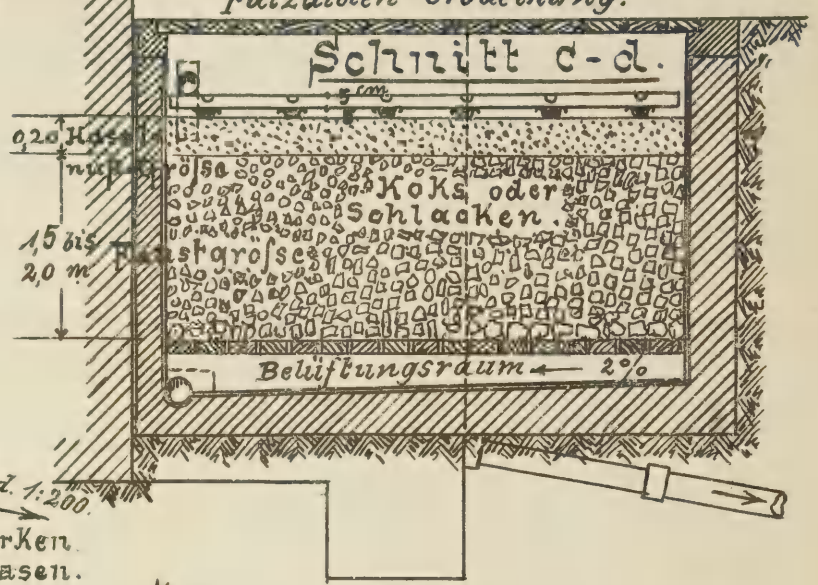
Falzdielen-Abdeckung.

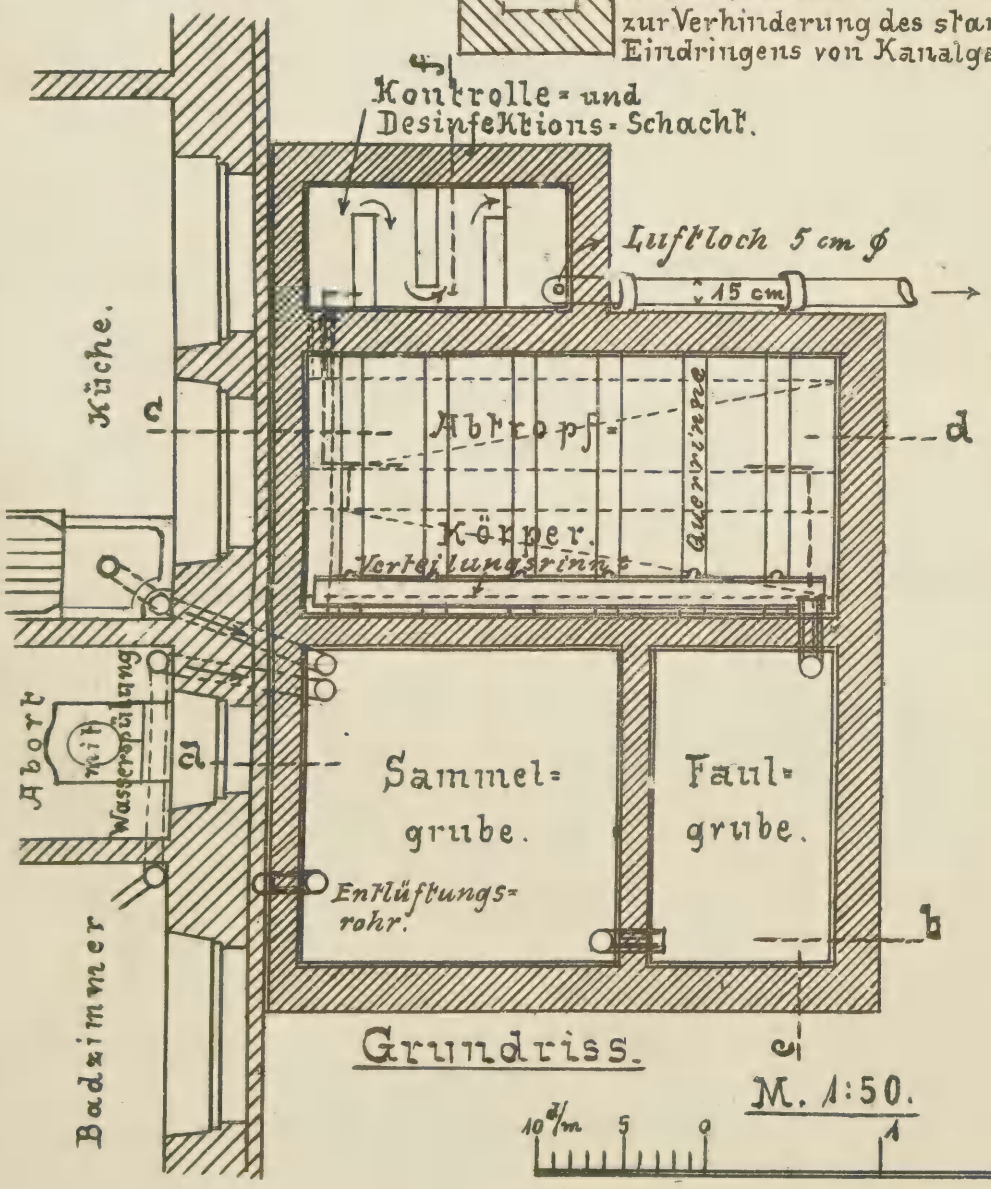
Erdgeschoss.

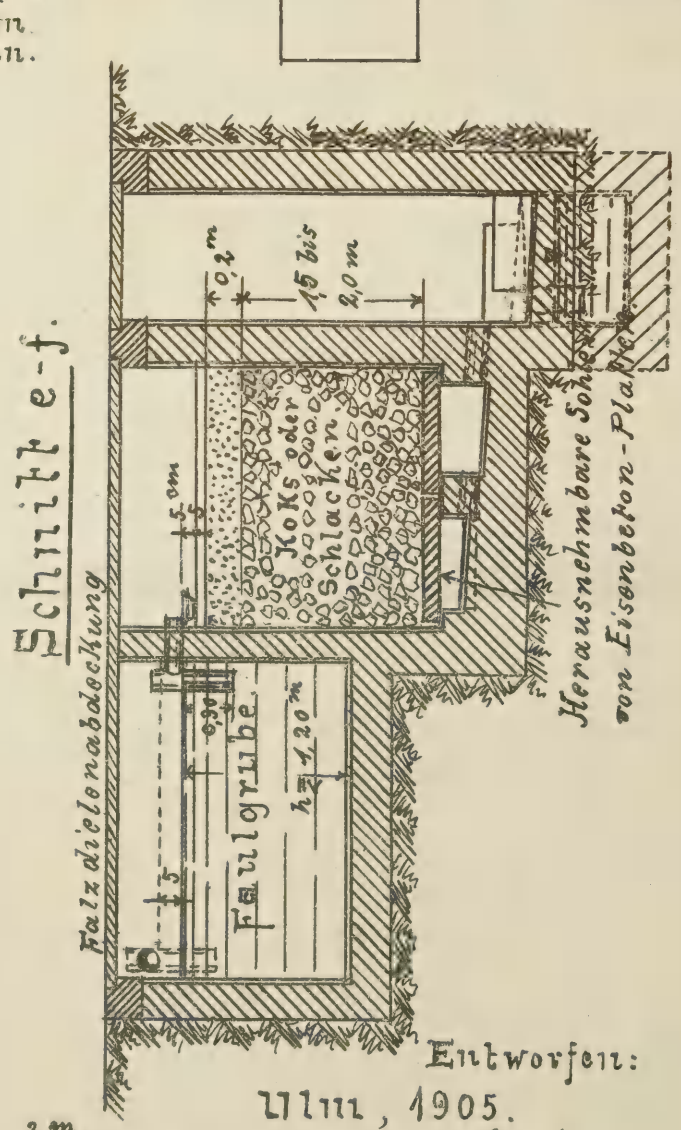
Lüftungsrohr.

Souterrain u. Keller.









Entworfen:
Ulm, 1905.
Baurat Braun
b.d.K. Regierung f.d. Donaukreis.

„Der Stand der biologischen Abwasser-Reinigung."

(Vortrag v. Baurat **P. Braun** in Ulm im Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Verein in Ulm am 26. März 1905.)

Vor 2 Jahren habe ich in meinem Vortrag vor Ihnen darauf hingewiesen, dass von Pettenkofer in München zu dem Schlusse kam, gewöhnliches Sielwasser mit menschlichen Auswürfen könne keinen Fluss auf eine längere Strecke verunreinigen, der (bei Niedrigwasser) mindestens die 15fache Wassermenge von der des Siels führt und keine geringere Geschwindigkeit als das Wasser in den Sielen, nämlich mindestens 0,6 sec/m, hat.

Die neuesten Untersuchungen der biologischen Versuchsstation in München, welche an der Isar vorgenommen worden sind, kommen zu einem der K. Staatsregierung bekannt gegebenen und nachstehend gekürzten und etwas anderem Ergebnis, welches ich der Zeitschrift „der Gesundheits-Ingenieur 1904 No. 35" entnommen habe:

Infolge der Einführung der Abwässer der Stadt München in die Isar zeigt letztere mechanische Verunreinigungen durch Schwebestoffe, welche noch 20 km unterhalb München mit dem unbewaffneten Auge sichtbar sind, sie entschwinden letzterem allmählich durch feine Zerteilung und Sedimentierung am Boden zwischen km 30 und 45 unterhalb München, sind aber noch bei der Einmündung der Isar in die Donau, ca. 100 km nach ihrer Einleitung in die Isar, zum Teil deutlich bemerkbar. Das oberhalb München grünliche Isarwasser mit 2—3 m Durchsichtigkeit

ist unterhalb München grau-bräunlich, erhält dann seinen ersten Umschlag 20—30 km unter München mit ca 0,5—0,6 m Durchsichtigkeit, welche bis zur Einmündung in die Donau, also auf 100 km Wegs, nur 1 m Durchsichtigkeit erreicht.

Die Untersuchungen haben die Angaben von Pettenkofer's über die Abnahme der Bakterien von der Einmündung der Abwasser in die Isar bis 30 km talab erwiesen; die von der biologischen Versuchsstation vorgenommenen Untersuchungen über den Gehalt an organischen Substanzen haben aber ergeben, dass der von v. Pettenkofer behauptete Parallelismus zwischen der Abnahme der Bakterien und der Abnahme der organischen Substanz als Bakteriennahrung nicht besteht, sondern im Gegenteil, auf der Strecke München-Freising, wo die Bakterien ihre Hauptabnahme erfahren haben, steigt sogar die gelöste organische Substanz im umgekehrten Sinne an.

Es geht daraus hervor, dass die Methode, die Vorgänge der Selbstreinigung in einem Wasser wie die Isar lediglich nach der Zahl der Bakterien beurteilen zu wollen, unzulässig ist und zu folgeschweren Irrtümern führt.

Die von den Beobachtern übereinstimmend konstatierte Abnahme der Bakterien zwischen München und Freising ist wohl im wesentlichen durch ein Absterben derselben beim Übertreten aus dem wärmeren Haushaltung- und Sielwasser in das kalte, Winters oft nur 1 ° C betragende Isarwasser zurückzuführen, sodann aber auch in dem, durch die Isarwassertrübung nicht hoch anzuschlagenden Absterben der Bakterien durch die bakterientötende Einwirkung des Sonnenlichts, zu suchen.

Wenn man sich bisher die Selbtsreinigung der Isar unter der Form eines durch die Bakterien eingeleiteten Mineralisierungsprozesses vorgestellt hat, so haben die Untersuchungen der Biologischen Station ergeben, dass dies wenigstens während der kalten Jahreszeit nicht der Fall ist. Salpetrige Säure, Salpetersäure, sowie freies Ammoniak konnten trotz genauester Untersuchung niemals in erheblicher Menge, sondern nur zuweilen und in geringen Spuren nachgewiesen werden. Im wesentlichen vollzieht sich die Selbstreinigung im Winter in der Weise, dass auf Kosten der gelösten organischen Substanz, sowie auf den

organischen Schwebestoffen sich zunächst in der Isar eine ganz ungeheure Pilzvegetation bildet, welche während der kalten Jahreszeit den Isargrund bis in die Gegend von Freising (32 km unterhalb München) überzieht, sodass alle Steine am Boden und die festen Gegenstände an den Ufern zuweilen mit einem dicken Rasen davon bedeckt sind. Diese Pilze sterben nach einer bestimmten Vegetationsdauer ab und schwimmen als Flocken im Wasser. Sie dringen in die Sohle der Isar ein und können unter derselben noch in 60 cm Tiefe in Menge aufgefunden werden, wo sich nun ein überaus reichhaltiges Tierleben entwickelt hat, welches in Millionen von Schlammwürmern sich bis auf 1 m Tiefe beim Aufgraben mit blosem Auge erkennen lässt.

Hienach steht fest:

dass in der Isar eine Selbstreinigung in der geschilderten Form, welche sich im wesentlichen auf biologischem Wege vollzieht, vorhanden ist.

Die selbtsreinigende Kraft der Isar ist aber nicht imstande, wenigstens auf der Strecke von München nach Freising (32 km), auch nur annähernd die Menge von Verunreinigungen zu beseitigen, welche ihr durch die Stadt München zugeführt werden.

Sie sehen an dieser eingehenden Untersuchung des Isarwassers unterhalb München durch die biologische Versuchsstation in München, welche ihre Versuche noch nicht abgeschlossen hat, wie wichtig und wie durchaus notwendig im gesundheitlichen öffentlichen Interesse es ist, dass die Abwasser menschlicher Wohnstätten selbst dann genügend gereinigt werden, wenn sie nicht blos in kleinere, sondern auch wenn sie in grosse öffentliche Gewässer gelangen.

In Württemberg haben die Staatsbehörden auf Grund des Art. 23 des seit dem 1. Januar 1902 in Geltung befindlichen Wassergesetzes Stellung zu den Fortschritten in der Reinigung der zu Art. 23 zählenden Abwasser und zu der Frage der Einleitung der Abwasser in öffentliche Gewässer zu nehmen, insofern die 2 ersten Absätze dieses Artikels lauten:

Abs. 1: Zur Einleitung übelriechender, ekelhafter oder schädlicher Flüssigkeiten in ein öffentliches Gewässer ist polizeiliche Erlaubnis erforderlich.

Abs. 2: Dasselbe gilt von der Einleitung des innerhalb der Ortschaften sich ergebenden häuslichen und gewerblichen Abwassers mittelst Sammelkanälen.

Es zählt daher zu meinen dienstlichen Obliegenheiten, mich mit den neuesten Errungenschaften auf dem Gebiet der Abwasserreinigung bekannt zu machen. Im folgenden möchte ich diesem Gebiete etwas näher treten.

Ich habe als das Ergebnis der früheren Untersuchungen Ihnen vor 2 Jahren mitgeteilt, dass die biologische Reinigung bezw. Oxydation der vorgefaulten und chemisch nicht vergifteten Abwasser dadurch erfolge, dass letztere in mit möglichst rauhen Körpern — am besten Koks oder Schlacke — gefüllten Behältern 2 Stunden lang belassen, dann aus diesen abgelassen werden, um, wenn die Reinigung noch nicht genügend erfolgt ist, in einem zweiten ähnlichen Behälter ebenso behandelt zu werden. Der entleerte Behälter muss zwei Stunden lang auslüften, um biologisch oder durch Oxydierung die Zersetzung der zurückbehaltenen Stoffe zu bewirken, ehe der Behälter wieder beschickt werden darf.

Diese intermittierend arbeitenden Filter haben den ganz erheblichen Missstand, dass sie nach zweistündigen Pausen entweder durch einen besonderen Wärter oder eine automatisch wirkende Einrichtung gefüllt und entleert werden müssen. Wenn nun auch für grosse Reinigungsanlagen, wie z. B. bei städtischen, die Aufstellung von Wärtern sich recht wohl empfiehlt, so muss von einer täglichen Aufsicht bei den Reinigungsanlagen für Einzelgebäude, wegen der viel zu hohen Kostenaufwendungen hiefür, abgesehen werden. Die automatisch wirkenden Vorrichtungen an Filtern aber, wie sie in verschiedenster Weise versucht worden sind, haben, selbst an der Technischen Hochschule in Stuttgart, woselbst die besten technischen Kräfte zur Verfügung stehen, zeitweise alle versagt.

Der Drang nach Hilfe hat schon mit dem Beginn der Versuche für biologische Abwasserreinigung eingesetzt, und es sind seither verschiedene Verfahren aufgetaucht, um an Stelle des intermittierenden das kontinuierliche Oxydationsverfahren einzuführen. So 1891 von G. Waring mittels eingepresster und durch die Flüssigkeit quirlender Luft; 1892 von Lowcock in

Malvern in England in ähnlicher Weise; 1893 von Corbett in Salfort mittels Sand, Kies, Koks und Schlacke mit Zerteilung des Wassers aus Rinnen oder springbrunnenartiger Zerstäubung; sodann von W. Stotdart durch feine und gleichmässige Verteilung des Wassers auf das Filter über eine senkrecht stehende Eisenplatte hinweg in seitlich angeordnete kleinere Rinnen, welche gekerbt sind und an ihrer Unterfläche Tropfzapfen haben; 1896 von J. Garfield in Wolverhampton durch ein mit Kohlenstücken aufgebautes Filter; 1897 von Colonel Ducat, welcher den Reinigungskörper über dem Gelände mit Wandungen aus dreizölligen in Cement versetzten, nahezu horizontalen Drainageröhren mit etwas Neigung nach innen aufbaute. Die Reinigungskörper erhielten in Abständen von 46 cm Lüftungsschichten aus grobem Kies mit horizontalen Drainageröhren. Sodann 1898 von Whittaker u. Bryant in Accrington durch Verwendung des Sprinkler's (Springlers) — einseitig gelochte horizontale Röhren oder Rinnen, die sich infolge des einseitigen Wasseraustritts um ihren Mittelpunkt horizontal im Kreise drehen —; 1898 von W. D. Scott-Moncriff mittels untereinandergestellter Horden mit durchlochten Böden u. s. w.

Bei allen kontinuierlich arbeitenden Filtern zeigt sich das Aufsuchen nach einer Vorrichtung zur tropfenförmigen Verteilung des Abwassers. Die einzelnen Flüssigkeitsteilchen sollen in dem Oxydationskörper von Schlackstück zu Schlackstück abtropfen. Mit diesem kontinuierlichen oder Tropfverfahren hat Prof. Dr. Dunbar, Direktor des Hygienischen Instituts in Hamburg, aus dessen Abhandlung in No. 1, 2, 3 u. 4 der Zeitschrift „Gesundheits-Ingenieur" von 1903, ich diese Angaben entnommen habe, im Jahr 1902 weitere Versuche an Modellen und grösseren Körpern angestellt. Die Versuche bei den Modellen von ca. 0,30 m Durchmesser und 1 m Höhe ergaben selbst in dem Falle der Verwendung sehr konzentrierter und auch gewisser industrieller Abwässer, völlig klare, farblose und geruchlose Flüssigkeiten. An einem Oxydationskörper mit 64 qm Oberfläche, der aus Schlacke von 3—7 mm Grösse bestand, ist das Abtropfen dadurch bewirkt worden, dass in die Oberfläche des Oxydationskörpers Furchen gegraben, diese mit feinem Material als Deckschicht ausgekleidet wurden und in die Furchen nun

das Abwasser eingeleitet worden ist. Dabei ist sorgfältig darauf geachtet worden, dass das Wasser nicht über die Furchen lief, so dass die Furchenrücken zur Luftzirkulation dienten. Die Deckschicht wurde so gewählt, dass in 24 Stunden ca. 64 cbm Abwasser durch die Furchen fliessen konnten, also auf 1 qm 1 cbm. Dabei blieb die Abflussöffnung des Oxydationskörpers fortgesetzt offen. Dieser Versuch ist drei Monate lang mit vorgefaultem und durch einen Sandfang von Sink- und gröberen Stoffen befreitem Abwasser fortgesetzt worden. Die durchschnittliche Herabsetzung der Oxydierarbeit — erhoben durch Permanganatverbrauch — betrug gegenüber dem Rohwasser reichlich 80—85 % und verglichen mit dem Ausfluss aus der Faulkammer betrug sie in der Regel 65—70 %. Die Abflüsse zeigten infolge der günstigen Lüftungsverhältnisse als Zersetzungsergebnisse bald Salpetersäure in grösseren Mengen und zwar zwischen 40 und 80 mg in 1 l Wasser.

Nicht nur die erzielten qualitativen Ergebnisse waren durchweg mindestens ebensogut, eher noch besser, als beim intermittierenden Verfahren, sondern auch die quantitativen Erfolge fielen entschieden zu gunsten des Tropfverfahrens aus. Anfänglich mussten die Furchen täglich, nach 8 Tagen je den zweiten Tag, später nach 3—4 Wochen mit einer Hacke aufgearbeitet werden, um die nötige Durchsickerungsfähigkeit wieder herzustellen.

Andere Abtropfkörper von 1,4 m Höhe erhielten unten kindskopfgrosse Schlackenstücke, um der Luft möglichst freien Zutritt zu geben, und waren ohne Furchen oben mit feinem Material ganz abgedeckt, durch welches Lüftungsröhren führten. Diese Körper arbeiteten ebensogut, wie die Furchen.

Die letzteren Versuche haben gezeigt, dass wir in der Tat in der Lage sind, mit sehr geringen Kosten kontinuierlich wirkende Anlagen zu schaffen, welche dazu dienen können, die Abwässer von Privathäusern und Anstalten irgend welcher Art in recht bequemer und doch durchgreifender Weise ohne ständige Aufsicht zu reinigen.

Wo eine Grube vorhanden ist und reichlich 1 m Gefälle bis zum nächsten offenen Wasserlauf bezw. bis zu einem Gelände zur Verfügung steht, auf welchem man das gereinigte

Abwasser zur Versickerung bringen könnte, würde man mit dem eben beschriebenen Verfahren unter Umständen zum Ziele kommen können. Jedoch sind diese Anlagen, wegen des Verschlemmens der Furchen bezw. der Deckschicht wöchentlich einmal auf ihre genügende Leistungsfähigkeit zu untersuchen.

Für grössere Anlagen mit ständiger Aufsicht haben sich die *Springler* zur Verteilung des Wassers auf die Brockenkörper sehr gut bewährt und es ist ein solcher Springler auch bei der Versuchsstation der Stadtgemeinde Stuttgart für Abwasserreinigung auf der Prag bei den auch dort in die Versuche eingereihten Filterkörpern mit ununterbrochenem Betrieb in Verwendung.

Wo somit grössere städtische Anlagen zur Reinigung der Gesamtabwasser erstellt werden sollen, *die in erster Linie als ideale Abwasserreinigung zu erstreben sind*, liegen bezüglich der guten Verteilung der Abwasser auf die Tropfkörper keine Hindernisse vor, da für die nötige Wartung und Bedienung gesorgt sein wird, welche die Springler zur Beseitigung etwaiger Verstopfungen der Strahllöcher benötigen. Hingegen ist es für Privatanlagen lästig, wenn eine Reinigungsanlage für ein Einzelhaus wöchentlich untersucht werden soll. Diese Untersuchungen werden schliesslich unterlassen und hygienische Unzuträglichkeiten und Gefahren sind die Folge der lästigen aber notwendigen Anordnung.

Es werden aus diesem Grunde Klein-Anlagen vom hygienischen Standpunkt aus zu beanstanden sein, wenn sie wöchentlich untersucht werden müssen. Und doch — wie notwendig sind auch zuverlässige Reinigungsanlagen für Einzelhäuser!

Werfen wir nur einen Blick auf die Abortwasserspülungen (Wasserklosetts), welche gegenüber allen sonstigen Aborteinrichtungen in hygienischer Hinsicht eine ganz erhebliche Besserung der bisherigen Zustände aufweisen. Solche Wasserspülungen werden daher staatlicherseits aus Gründen des allgemeinen Wohls zu empfehlen und es wird die Anwendung der Abortwasserspülungen tunlich zu erleichtern sein. Sie finden deshalb auch immer weitere Anwendung. Für öffentliche Gebäude, Hotels und bessere Familienwohnungen sind sie bereits unentbehrlich.

Schwierigkeiten stellen sich ihrer Anwendung nur bezüglich

der Fortschaffung der Anfallmassen entgegen, die durch die Beimengung des Abort-Spülwassers sich erheblich vermehrt haben und deren Beseitigung durch Fuhrwerke nicht mehr bewerkstelligt werden kann.

Eine Einführung solcher Abortabwasser in die städtischen Abwasserkanäle und von da in öffentliche Gewässer oder direkt in die letzteren ist nur zulässig, wenn diese Abwasser zuvor gut gereinigt worden sind. Wo also für die städtischen Gesamtabwasser eine Reinigungsanlage nicht erstellt ist, wird jeder Besitzer eines Gebäudes mit Abortspülung eine eigene kleine Reinigungsanlage einrichten müssen.

Die Bedenken wegen baldiger Verschlammung der Tropfkörper, und damit die Notwendigkeit häufiger und lästiger Visitationen der kleinen Reinigungsanlagen dürften nun dadurch beseitigt sein, dass zur Deckschicht des Tropfkörpers *gröberes* Material — etwa Haselnussgrösse oder von 10—20 mm Grösse — verwendet wird. Die alsdann notwendige, sicherwirkende gleichmässige Verteilung bezw. Abtropfung des Abwassers auf den Tropfkörper wird durch, in Abständen von ca. 40 — 50 cm parallel und genau horizontal gelegte, säurefeste Rinnen mit Abtropfmulden in ca. 15 cm Entfernung bewirkt. Zur Unterstützung dieser erstrebten Wirkung werden in die Abtropfmulden, quer zu den Rinnen, bauschige Schnüre aus haltbarem Material, am besten aus Asbest, Bleifäden oder dergl. eingelegt, deren Enden ausserhalb der Rinnen bis auf die Höhe der Rinnensohle herabhängen.

Derartige Abtropfrinnen sind neuerdings von der Kreisregierung für kontinuierlich arbeitende biologische Abwasser-Reinigungsanlagen vorgeschrieben worden.

Die Vorschriften, welche für die biologischen Reinigungsanlagen derzeit von der Kreisregierung gegeben werden, sind auszugsweise die nachstehenden:

1. Der biologischen Reinigungsanlage sind die Spülabort- und Haus-Abwasser zuzuführen. Hof- und Strassen-Abwasser dürfen wegen des steinigen Beimaterials, das biologisch nicht zerstört wird und Schlammablagerung verursacht, nicht eingeleitet werden.

2. Für jede Abortspülung sind 10 l Wasser zu verwenden Für jeden Bewohner sind täglich 20 l Abortwasser und 100 l häusliche Abwasser in Rechnung zu nehmen.

3. Pissoirs müssen Wasserspülung haben. Öl muss durch einen Fetttopf ausgeschieden werden.

4. Die Anlage muss enthalten: a) eine Sammelgrube (Grösse für Tagesanfall), b) eine Faulgrube ($^1/_2$ Tagesanfall), c) einen Abtropfkörper (1,5 m tief und pro cbm tägliche Anfallmenge : 1,5 qm Grundfläche, Sohle mit Ablaufrinnen mit 2% Gefäll, Abwasserverteilung auf den Abtropfkörper, etwa durch Rinnen zum Abtropfen und womöglich mit Abtropfschlitzen versehener abnehmbarer Sohle, unter derselben ein ca. 0,20 m hoher Luftraum zur sicheren Luftzuführung zum Abtropfkörper), d. eventl. ein Desinfektionsraum (1 bis 2 m lang, 0,5 bis 0,6 m breit und 1 Gefäss für Desinfektionsmittel [Chlorkalk], tritt nur auf polizeiliche Anordnnng in Gebrauch) mit Mischrinnen anschliessend an den Abtropfraum. Die Gruben a und b dürfen höchstens 1,2 m Wassertiefe haben.

5. Die Gruben a und b können fest abgedeckt werden, wenn sie genügend weite Einsteigschächte (an den Übereichen) haben. Die Gruben c und d müssen leicht abnehmbare Abdeckungen (Holzdielen und dergl.) haben, damit Nachhilfe und Besichtigungen leicht möglich sind.

6. Entlüftung der Anlage, d. h. des Sammel-, Faul- und Abtropfraumes durch ein über Dach, womöglich an einem wärmenden Kamin entlang führendes Rohr, behufs Luftwechsel; jedoch darf im Winter nicht zu stark entlüftet werden, damit keine schädliche Abkühlung eintritt.

7. Erneuerung bezw. Reinigung des Abtropfkörpers (Koks oder Schlacken oder poröse Steine) nach Bedarf innerhalb 24 Stunden.

8. Die Wasserableitung in die Kanäle und öffentliche Gewässer ist zu schliessen, wenn die Reinigungsanlage aus irgend einem Grunde nicht mehr ordnungsmässig arbeitet; eventl. polizeil. Schliessung.

9. Stoffe, welche den biologischen Prozess gefährden, z. B. grössere Mengen von Desinfektionsmitteln, dürfen nicht in die Anlage gelangen.

10. Untersuchung der Anlage nach Fertigstellung, polizeil. Beaufsichtigung nötigenfalls durch Sachverständige, Inspizierung der Anlage nach Bedarf, mindestens aber einmal vierteljährlich, im ersten Jahr evtl. monatlich, und eventl. Untersuchung der Abwasser; Führung eines Kontrollbuchs (Ergebnisse der Untersuchungen der einzelnen Anlagen) durch die Gemeindebehörden und womöglich der Betrieb der Anlagen durch die Gemeinden.
Bemerkung: Bei grösseren Anlagen wird der Abtropfkörper am besten durch eine Scheidewand in 2 Teile geteilt, damit die Erneuerung der Abtropfkörper ohne Betriebsstörung erfolgen kann.

Mit diesem System der Abwasserverteilung auf den Abtropfkörper glaube ich bis jetzt die beste Lösung gefunden zu haben. Es kann überall bei grossen und kleinen Anlagen zur Anwendung gelangen. Es empfiehlt sich durch seine grosse Einfachheit und durch seine geringen Kosten, sowohl bezüglich der ersten Herstellung, als auch bezüglich des Betriebs, der Unterhaltung und der Warte. Diese sind geringer als die Kosten für Herstellung und pneumatische Entleerung gewöhnlicher Abortanlagen ohne Wasserspülung. Als Material für die Abtropfrinnen, welches säurefest sein muss, empfehle ich Steingut, verbleites Eisenblech und asphaltiertes Blech, eventl. auch Zink.

Für fabrikmässige Herstellung von leicht zusammenfügbaren und in ihrer Höhenlage regulierbaren Abtropfrinnen-Elementen kann ich Interessenten Vorschläge machen. Deren Beschreibung würde hier zu weit führen.

Die Wirkung der biologischen Anlagen sehen Sie aus den vor Ihnen stehenden Proben, welche aus den Versuchsanlagen Prag in Stuttgart und Heilanstalt in Winnenden mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt worden sind. Es sind Rohwasser und gereinigte Wasser. Die ersteren von Stuttgart sind stärker durch Fäkalien verunreinigt als das Nesenbachwasser wäre, wenn sämtliche Wohnungen Stuttgarts Wasserklosets hätten. Die Rohwasser von Winnenden zeigen sehr starke Verunreinigung durch grobe organische Stoffe, die wohl aus der Anstaltsküche stammen. Aber gerade dieses Wasser ist fast quellenklar gereinigt, während das gereinigte Abwasser von Stuttgart, infolge neu begonnener andersartiger Versuche, etwas

hellbräunlich gefärbt erscheint. Fäulnisfähig sind die beiden gereinigten Wasser nicht mehr. Die Reinigung der Abwasser dieser Anlagen, welche Doppelfilter haben, schwankt bezüglich der organischen Stoffe zwischen 70 und 97 %. In Stuttgart bildet sich im Faulraum ein Sohlenschlamm. In Winnenden hat sich solcher in den 4 Jahren des Betriebs noch nie gezeigt, wahrscheinlich, weil sandige und steinige Stoffe, welche durch die biologische Behandlung nicht verändert werden, in diesem Wasser nicht enthalten sind.

Die Ergebnisse der Stuttgarter Versuchsanstalt Prag sind in den Mitteilungen der K. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung, Heft 5, 1905, veröffentlicht.

Interesse bietet der Bericht in der XXIX. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege zu Danzig, abgehalten vom 14.—17. September 1904, über den 6ten Gegenstand der Tagesordnung «*Städtische Kläranlagen und ihre Rückstände*». Die Berichterstatter, Stadtbaumeister Bredtschneider und Professor Proskauer, beide in Charlottenburg, sprechen unter anderem nachstehende Grundzüge aus: *)

Die Abwasserreinigungsfrage gehört leider zu den schwierigsten Fragen auf dem Gebiet der kommunalen Technik, einmal weil Anlage und Betrieb hohe Kosten erfordern, sodann weil es an Vertrauen zu den vorhandenen Reinigungsmethoden fehlt, da auf diesem Gebiet «*anscheinend*» noch alles im Werden begriffen ist.

Die Abwasserreinigung hat 2 Aufgaben zu erfüllen, das Abwasser zu reinigen und die erzeugten Rückstände unschädlich zu machen. Für die Reinigung der Abwasser kommen zurzeit nur 2 Verfahren in Frage, nämlich das biologische und die Rieselei. Die andern Verfahren klären das Abwasser zwar, aber es bleibt eine verhältnismässig grosse Menge Schmutzstoffe darin zurück. Eine Ausnahme findet unter Umständen das Kohlebreiverfahren (das ich vor 2 Jahren auch erwähnte).

Bredtschneider ist, nicht in Übereinstimmung mit Professor Dr. Dunbar, der Ansicht, dass der Vorgang beim biologischen Verfahren ein mechanischer, also phisikalischer ist; er möchte deshalb dem biologischen Verfahren die Bezeichnung *Brocken-*

*) (Gesundheits-Ingenieur von 1904 No. 32).

körperverfahren geben. Er gibt für seine Ansicht folgende Begründung:

Nachdem die *groben* Verunreinigungsstoffe im Abwasser durch Gitter, Tauchwände und Sandfang beseitigt sind, ist es die Aufgabe der Abwasserreinigung, die feinen organischen Verunreinigungen auszuscheiden. Dass die *Schwebestoffe* sich auf die Brockenkörper niederschlagen, ist ohne weiteres klar. Uneinig sind die Sachverständigen noch darüber, ob dies auch bei den *gelösten* Stoffen der Fall ist. Diese Stoffe sind zwar unendlich kleine, aber doch selbständige Körperchen, welche sich als äusserst fein verteilte organische Schwebestoffe darstellen und daher auch die Eigenschaften dieser, nämlich Schwere und Adhäsion besitzen. Es müssen deshalb auch diese gelösten Stoffe vermöge ihrer Schwere sich auf die Brocken absetzen und an ihnen haften. Hat sich nach einiger Zeit einmal ein schlammiger Überzug als Rasen auf den Brocken gebildet, so wirkt dieser Rasen energischer auf die Absonderung der Verunreinigungen als die reinen Brocken.

Die englische Auffassung, wonach Kleinlebewesen die organischen Stoffe *direkt* derart umbilden, dass unlösliche, nicht mehr fäulnisfähige organische Stoffe entstehen, sei in Deutschland verlassen, da z. B. beim Tropfverfahren in der nur 3—10 Minuten nötigen Zeit, die ein Wasserteil zum Durchfliessen durch die Tropfkörper benötigt, von den Kleinlebewesen eine solche Wirkung nicht hervorgebracht werden kann. Diese Arbeit wird wohl nachher, nämlich im gallertartigen Überzug der Brocken verrichtet.

Die Verteilung des Wassers muss beim Tropfverfahren eine sehr sorgfältige sein.

Bei der Bestimmung der Grösse der *Klär*becken (Absitzbecken) wird in neuerer Zeit auf Grund neuerer Versuche in Hamburg und Köln mit 20 mm anstatt wie bisher mit 4 mm Wassergeschwindigkeit gerechnet, was finanziell, hygienisch und betriebstechnisch wichtig ist.

Zur Beseitigung des in den Klärbecken abgesetzten Schlammes, der im Durchchnitt je zur Hälfte organischer und unorganischer Natur ist, sind die verschiedensten Vorrichtungen, wie Saugpumpen, Baggerschapfen und dergl. im Gebrauch.

Bei den Tropfkörpern soll nach neueren Ansichten eine Reinigung überhaupt entbehrlich werden, und es können mit 1 cbm Körpermaterial täglich bis 0,7 cbm Abwasser gereinigt werden, wodurch sich von selbst die Überlegenheit der Leistungsfähigkeit des Tropfverfahrens gegenüber dem Füllverfahren ergibt.

Das *Rieselverfahren*, welches nichts anderes als ein Tropfkörperverfahren ist, ergibt bei genügender Luftzufuhr noch eine gründlichere Reinigung des Abwassers als durch das Brockenkörperverfahren und dabei eine landwirtschaftliche Ausnützung der Abwasser. Sandiger Boden kann mit 50 cbm pro ha und Tag und mit vorgeklärtem Wasser mit 100 cbm beschickt werden.

Das Rieselverfahren ist dem Brockenkörperverfahren bezüglich des Reinigungserfolgs überlegen, das letztere aber, welches auch tadellose Ergebnisse zeigt, hat den grossen Vorzug, dass es von jeder Stadt hergestellt werden kann, und auch nicht an kleinere Städte gebunden ist, wie die Anlage in Manchester, einer Stadt von 564 000 Einwohnern, beweist.

Die fäulnisfähigen Rückstände aus den Kläranlagen müssen rasch unschädlich gemacht werden, womöglich durch landwirtschaftliche Verwertung, entweder durch Ableitung in Röhren mit Gefälle oder durch Pumpen, wie z. B. in Birmingham, auf Rieselfelder, oder durch Abfuhr. In Kassel wird in einer besonders errichteten Anlage seit dem Jahre 1902 — ∴ 675 kg Fett und 4885 kg Poudrette mit 230 ℳ Ausgaben und 280 bis 350 ℳ Einnahmen täglich aus den Schlammmassen gewonnen.

Die Hoffnung, dass der Kalk die Abwässer hinreichend desinfiziert, hat sich praktisch nicht erfüllt, hingegen sind die Berge von Kalkschlamm, die sich in der Nähe der mit Kalk arbeitenden Kläranlagen allmählich abgelagert und aufgetürmt haben, zur Plage der beteiligten Städte geworden.

Bredtschneider und Proskauer haben schliesslich die nachstehenden Leitsätze aufgestellt:

Leitsätze.

1) Die Verunreinigungen des städtischen Abwassers, sowohl die organischen als auch die unorganischen, lassen sich ihrem spezifischen Gewichte nach als Sink-, Schwebe- und Schwimmstoffe und ihrer Masse nach als grobe, feine, bis zur Emulsion

verteilte und feinste (bezw. gelöste) Stoffe unterscheiden. Die organischen Verunreinigungen sind in dem Abwasser in steter Umwandlung begriffen, teils infolge von Fäulnis und Verwesung, teils mechanisch infolge von Zerreibung und Zerkleinerung der Massen.

2) „Kläranlagen" entfernen aus dem Abwasser die Verunreinigungen nur bis zu einem bestimmten Grade und lassen in demselben den grössten Teil der feinsten (bezw. gelösten) Stoffe zurück; „Reinigungsanlagen" befreien das Abwasser von seinen Verunreinigungen in weitgehendster, die Ansprüche der Hygiene befriedigender Weise.

3) Als Mittel zur Reinigung des Abwassers kommen nach dem heutigen Stande der Wissenschaft und Technik das Rieselverfahren und das sogenannte biologische Verfahren (Behandlung in Brockenkörpern) in Betracht. Bei beiden Verfahren ist es möglich, die Gesamtmenge der groben und feinen und einen verhältnismässig grossen Teil der feinsten (bezw. gelösten) Stoffe auszusondern, jedoch ist die Ausscheidung der letzteren beim Rieselverfahren mehr gesichert als bei der Behandlung in Brockenkörpern.

4) Obwohl die genannten Reinigungsverfahren das städtische Abwasser im allgemeinen ohne weiteres zu reinigen vermögen, ist es doch praktisch und mit Rücksicht auf die Kosten zweckmässig, das Abwasser in einer Vorreinigungsanlage einer Vorbehandlung zu unterziehen. Dabei kann man mit Gittern und Rechen im allgemeinen nur die groben Schwimmstoffe, mit Sandfängen nur die groben Sinkstoffe zurückbehalten; Klärbecken oder -brunnen oder -türme vermögen nur als Kläranlagen in dem unter Nummer 2 angedeuteten Sinne zu wirken, wobei sogenannte chemische Zusätze oder Zuschläge anderer Art die Wirksamkeit der Vorreinigung unter Umständen in kräftiger Weise zu unterstützen vermögen.

Das Kohlebreiverfahren kann als Reinigungsverfahren angesehen werden, wenn Kohlebrei von bestimmter Beschaffenheit und in genügender Menge zugesetzt wird.

5) Ob und inwieweit Algen und Wasserpilze die in den gereinigten Abflüssen noch enthaltenen feinsten (bezw. gelösten) Stoffe organischer Natur zu verzehren vermögen, ist zur Zeit

noch nicht erwiesen; da sie aber im abgestorbenen Zustande das Wasser von neuem zu verunreinigen und dadurch Missstände hervorzurufen imstande sind, so können sie vorläufig als Endziel der Wasserreinigung nicht in Betracht kommen.

6) Da die aus dem Abwasser durch den Klär- und Reinigungsprozess ausgeschiedenen Stoffe (Rückstände) bis zu ihrem vollendeten Abbau in steter Umsetzung begriffen sind, so sind sie im hygienisch-ästhetischen Sinne bedenklicher Natur und müssen auf dem schnellsten Wege unschädlich gemacht werden:

a) Die Verwertung der Rückstände im wasserreichen oder wasserarmen Zustande für die Landwirtschaft als Düngemittel ist zweckmässig und anzustreben, ein wirtschaftlicher Erfolg wird aber nur bei geeigneter Beschaffenheit des Bodens erzielt, wenn ausserdem die Transportweiten sich in mässigen Grenzen halten.

b) Die Ausnutzung der den Rückständen innewohnenden mechanischen Kraft durch Verbrennen oder Vergasen ist technisch möglich; der wirtschaftliche Erfolg erscheint aber noch nicht nachgewiesen.

c) Durch die Aufschliessung der Rückstände auf chemischem Wege, namentlich durch die Entziehung des Fettes, können wertvolle Handelsobjekte gewonnen werden; aber auch hierbei ist der wirtschaftliche Erfolg zurzeit noch immer zweifelhaft.

d) Das Versenken der Rückstände in die offene See, wo solches nach der örtlichen Lage überhaupt in Frage kommen kann, vernichtet die wirtschaftlichen Werte ohne andere Werte zu schaffen, ist aber bei Anwendung ausreichender Vorsichtsmassregeln aus Gründen der öffentlichen Gesundheitspflege nicht zu beanstanden.

Der Kampf ums Dasein und um die Erhaltung unserer Gesundheit, der Menschen höchstes Gut, zeitigte, wie wir gesehen haben, auch auf dem überall eingreifenden Gebiete der Reinigung schädlicher Abwasser, Errungenschaften und Fortschritte, die es uns heute schon ermöglichen, einen der wichtigsten und notwendigsten Stoffe der Menschheit zu erhalten

„reines Wasser“.

Das Grundwasser der Blau und die geologische Bildung des Blautales bei Ulm.

Von Baurat **Haas.**

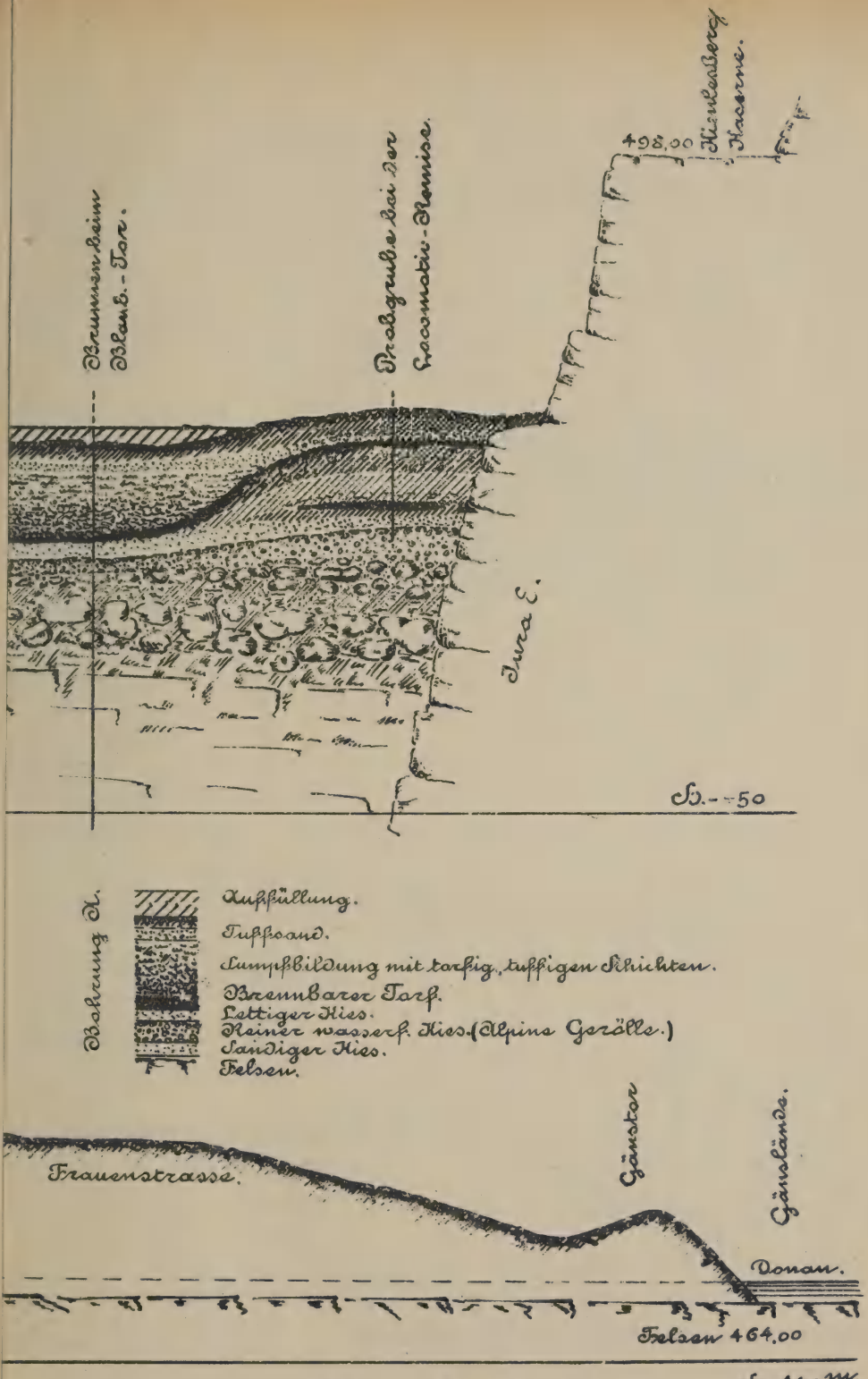
1. Einleitung.

Der Ulmer Chronist Pfarrer Schultes sagt auf S. 2 seiner Chronik von Ulm:

„Die Römer aber haben den Namen Ulama, Ulma wohl „nicht erfunden, sondern trafen ihn schon an, denn Olm, „Holm (daher Stockholm, Bornholm etc.) heisst ein aus den „Wassern hervorragender Ort."

Diese Herleitung des Namens Ulm gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn wir uns in die Zeit zurückversetzen, in welcher der zwischen dem Hochsträss und der rauhen Alb hereingebrochene Seitenarm des Rheingletschers sein Schmelzwasser talabwärts sandte. Das mit Moränenschutt und Gerölle bedeckte Flussbett, **bei Ulm rund 10 m unter dem jetzigen Blaubett** liegend, nahm die Fluten des schmelzenden Gletschers auf, welche in wechselvollem Laufe zwischen dem Fusse des Michelsberges und der jetzigen Olgastrasse dahinschäumten.

Denken wir uns, dass Ulm auf seinem Lehmhügel nur mit einer schmalen Landzunge mit dem Galgenberg, dem letzten Ausläufer des Hochsträsses zusammenhing. Denken wir uns die wasserreiche Fläche der Donauniederung südlich und östlich von Ulm, so haben wir allerdings einen Ort, einen Holm, der wie eine Insel aus den Ebenen der Donau und der Blau hervorragte. Einen Ort an fischreichen Flüssen, am Fusse wald- und wildreicher Gehänge, einen Ort schwer zugänglich und gegen feindliche Menschen und Tiere leicht zu verteidigen; kurz einen

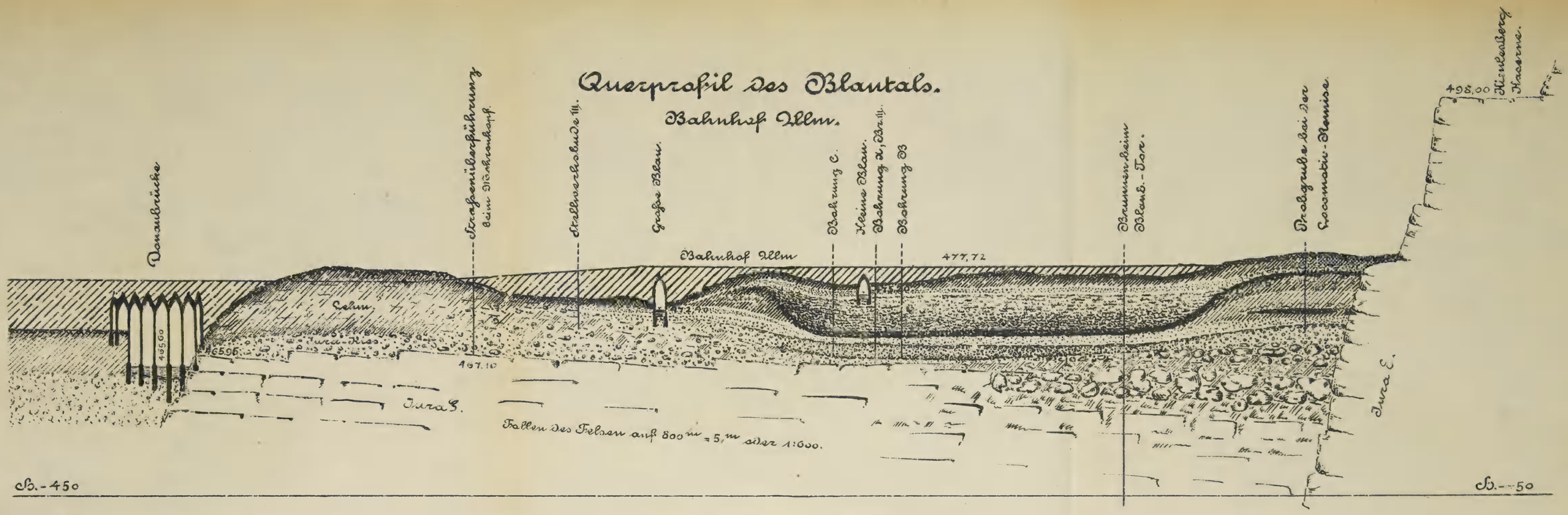


Ulm im Nov. 1905.

Ernst Haas

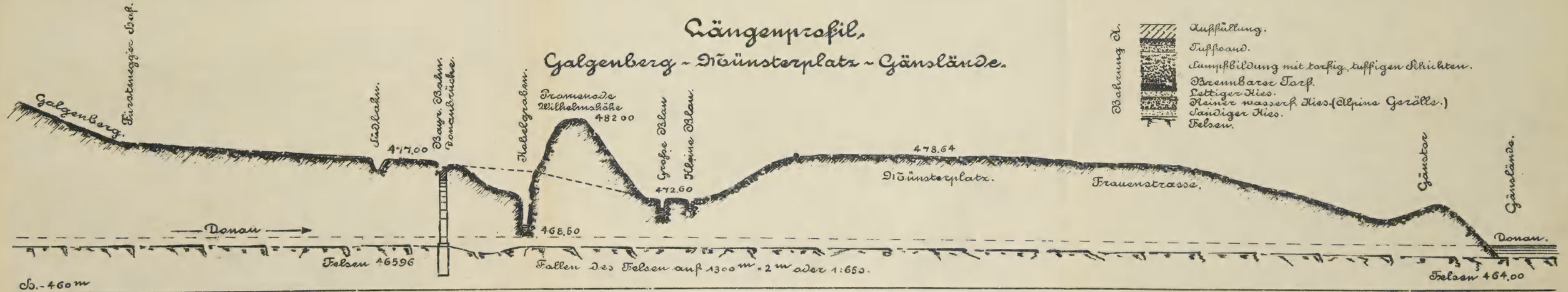
Querprofil des Blautals.

Bahnhof Ulm.



Längenprofil.

Galgenberg - Münsterplatz - Gänsländle.



Maßstab für die Länge 1:5000
" " " Höhe 1:500

100 0 100 200 300 m
10 0 10 20 30 m

Ulm im Nov. 1905.
Ernst Haas

Ort, der zur Ansiedlung wie geschaffen war, und jedenfalls auch schon in frühesten vorgeschichtlichen Zeiten bewohnt wurde.

Aber so vortrefflich die Lage Ulm's war, eines hatte Ulm nicht, und konnte es nicht haben, nämlich **Quellen.**

Es erzählt zwar „Schultes", dass streitbare Weiber aus Skythien sich hier am Zusammenfluss der Blau und der Donau niedergelassen und „bei den alten Röhren" der einzigen in der Nähe des Metzgerturmes gelegenen Quelle von Ulm, einen Götzen gehabt haben. Er erzählt auch, dass später noch „die alten Röhren" von den Ulmer Frauenzimmern nächtlicher Weile aufgesucht worden seien, weil dieses Wunderwasser eine glatte Haut machte.

Aber es war dies eben leider keine Quelle, sondern nichts anderes als durch den Kies über der Jura ζ Scholle durchgesickertes Grundwasser der Blau.

Hatte somit Ulm auch keine Quellen, so hatte es dafür in der Kiesschichte zwischen der Jura ζ Scholle und dem Lehm ein bis in die neuere Zeit hinein als Nutz- und Trinkwasser verwendetes Blau-Grundwasser. Dieses Wasser konnte kein Feind abgraben und es schien unerschöpflich, wenigstens so lange Ulm in seinen engen Stadtmauern Platz hatte.

2. Versorgung der Stadt Ulm mit Blau-Grundwasser.

Da in der Nähe der Stadt keine Quellen zu haben waren, so ist nichts natürlicher, als dass die Stadt das innerhalb ihrer Mauern unterirdisch fliessende Wasser hob und sich damit versorgte. Auch die Bürger der Stadt machten sich die Sache zu nutze, und es soll über 130 „Gumpbrunnen" gegeben haben, welche ihr Wasser aus der Kiesschichte hoben. Die meisten dieser Brunnen mussten später wieder verlassen werden, als reines Quellwasser von weit her in die Stadt geleitet wurde, aber der eine oder andere dieser Brunnen wird doch noch in der Stille sein Dasein fristen.

Im Jahr 1562 wurde das Brunnenwerk beim Kohlenstadel gebaut. Nach und nach erstanden die Brunnenwerke an der Schwestermühle, am Neutor und am Frauentor. Im Jahr 1638 wurde das Brunnenwerk am Seelhaus (unter dem Zundeltörle) gebaut als Abschluss der damaligen Ulmer Wasserversorgung.

Diese Brunnenwerke waren der Stolz von Ulm und eine Sehenswürdigkeit. Sie sind es eigentlich heute noch. Wer in das Dunkel des Brunnenwerks am Seelhaus hinabstieg und unter dem Banne der rauschenden Wasser stand, wer das schwerfällige alte Wasserrad gesehen und das Ächzen und Stöhnen der Pumpen gehört hat, wird den Eindruck nicht wieder vergessen. Die Blau selbst lieferte die Kraft, um ihr 10 m unter der Oberfläche fliessendes Grundwasser zu heben. Ueberall und reichlich quillt das Wasser auf, wo die Kiesschichte durch Bohrung oder Brunnen aufgeschlossen wird.

In den Begleitworten zur geognostischen Spezialkarte Blatt Ulm-Rammingen heisst es über IV. Quellen und Brunnen:

„Den Beweis dafür, dass die Brunnenwerke Ulm's kein an-
„deres als in den Kies versunkenes Blauwasser geben,
„lieferte die sogenannte Kohlenstadelquelle, die infolge der
„Festungsbauten und Veränderungen am Blaulauf immer
„schwächer und schwächer wurde. Als jedoch im Jahr
„1858 die Festungsgräben durch Einleitung des Blauwassers
„gefüllt wurden, erreichte jene Quelle wieder ihre alte Be-
„deutung. Nächst der Kohlenstadelquelle sind es die
„Quellen an der Schwestermühle und am Neutor, welche
„zusammen täglich 74000 cub' durch altertümliche, aber
„eben durch ihr Alter ehrwürdige Wasserwerke den städ-
„tischen Brunnen zuführen. Ausserdem speist die Blau 2
„Druckwerke am Frauentor, die 30000 c' liefern. Es gibt
„32 städtische und über 100 private Ziehbrunnen, die in
„einer Tiefe von 16—48' aus dem Kies gespeist werden.
„Versuche durch Tieferlegen der Brunnen mehr Wasser
„zu gewinnen, erwiesen sich alle als vergeblich. Begreiflich,
„da die Kieswasser nirgends anders her als aus der Blau
„sich ziehen."

So die Begleitworte des Dr. O. Fraas vom Jahr 1866.

Aus den städtischen Wasserwerken und Brunnen wurden nach Obigem täglich etwa 104 000 cub' = 2450 cbm Wasser geliefert. Dieses Quantum war aber mit zunehmender Bevölkerung bald nicht mehr ausreichend. Die Versuche, welche die Stadt machte, um mehr Wasser zu gewinnen, schlugen fehl.

Das Grundwasser der Blau ist eben nicht von unbeschränkter Ergiebigkeit. Die Ergiebigkeit ist vielmehr abhängig von der Aufnahmsfähigkeit der Kiesschichte, und wechselt mit dem Druck, unter welchem es in der Kiesschichte fliesst.

Neben dem, dass es nicht gelingen wollte den städt. Wasserwerken genügend Wasser zuzuführen, machte sich eine zunehmende Verunreinigung des Grundwassers fühlbar.

In seiner Schrift „Das Wechselfieber in Ulm, ein Beitrag zur Kenntnis der Wechselfieber-Epidemien“ erzählt Medicinalrat Dr. Volz, damals Oberamtsarzt in Ulm (S. 28. 29.):

„So wurde, um dem Werke an der Schwestermühle mehr „Wasser zuzuführen, ein ca. 60' langer Stollen gegen den „Bahnhof getrieben und dadurch allerdings ein reichliches „Zuströmen von Wasser erreicht. Als aber im Jahr 1867 „das Wasser in die Leitungsröhren eingelassen werden „sollte, fand der untersuchende Chemiker das Wasser durch „organische Stoffe in auffallender Weise verunreinigt neben „einem beträchtlichen Eisengehalt.“

Die angestellten Nachforschungen liessen als die Quelle der Verunreinigungen den Abort des Bahnhofgebäudes erkennen, dessen Inhalt zwar regelmässig mit Eisenvitriol desinfiziert, aber nur unregelmässig entfernt wurde. Die damals gebräuchlichen Kufen waren zu klein, flossen bald über und es fand deren Inhalt im durchlässigen Boden den Weg zur Quelle der Schwestermühle.

Das an sich reine Grundwasser der Blau wurde durch allerhand „Einflüsse“ in höchst fataler Weise verunreinigt. Von ganz besonders schädlichem Einfluss waren die Jahrhunderte alten **Abortgruben.**

Die Abortgruben der Altstadt waren und sind zum Teil heute noch geräumige Gewölbe auf Trockenmauern, welche als richtige Senkgruben bis in die Wasser führende Kiesschichte reichten, aus welchen die Wasserwerke und die vielen Privatbrunnen ihr Wasser entnahmen. Diese Abortgruben wurden oft Jahrzehnte lang nicht geleert. Da ist es dann kein Wunder, wenn viele Pumpbrunnen direkt gesundheitsschädliches Wasser lieferten und polizeilich geschlossen werden mussten.

Als schliesslich der Wasserbedarf der Stadt unaufhaltsam stieg, und ein anderer Ausweg nicht rasch genug zu finden war, musste man sich dazu entschliessen, das keineswegs appetitliche Blauwasser direkt zum Quellwasser zu lassen und das Quell- bezw. Grundwasser damit zu „verdünnen."

Dass diese Art der Wasserversorgung in hygienischer Beziehung höchst bedenklich war und der guten Stadt Ulm den Ruf eines Fiebernestes ersten Ranges eintrug, ist nicht zu verwundern.

Es war daher höchste Zeit, als die neue Quellwasserleitung im Jahr 1873 eröffnet werden konnte.

Wenn nun auch durch äussere Einflüsse das Grundwasser der Blau in der Stadt selbst nicht mehr als **Trinkwasser** benutzt wird, als **Nutzwasser** hat es seine Bedeutung keineswegs verloren.

Bis in die neueste Zeit werden Brunnen in das Grundwasser der Blau hinabgetrieben.

Alle Brunnen westlich vom Bahnhof, namentlich solche, welche gewerblichen Zwecken dienen, z. B. die Brunnen der früheren Molfenter'schen Sägmühle, der Steinfabrik und seit einigen Jahren die Brunnen der Eisenbahnverwaltung an der Schillerstrasse liefern reichliches und vortreffliches Nutzwasser.

Da infolge des raschen Wachstums der Stadt auch die Quellwasserleitung vom Jahr 1873 nicht mehr zureicht, so wird gegenwärtig durch die Stadt wieder eine Grundwasserversorgung in grossem Stile eingerichtet. Diesmal ist es aber das absolut reine und in unerschöpflicher Menge zufliessende Grundwasser der **Iller** das in dem Dreieck zwischen der Donau, der Iller und der Gögglinger Strasse gewonnen, in das Hochreservoir am Kuhberg gedrückt, und von da in das städtische Rohrnetz geleitet wird.

3. Grundwasserversorgung des Bahnhofs Ulm.

In den ersten Betriebsjahren des am 1. Juni 1850 eröffneten Bahnhofs Ulm war der Wasserbedarf nur gering.

Er betrug etwa — ∴ 100 cbm im Tag, und es genügte die kleine Pumpenanlage, welche in der alten längst abgebrochenen Reparaturwerkstätte mit Gaswerk gegenüber dem Verwaltungsgebäude (zwischen Gleis 11 und 13) lag, und das Wasser direkt aus der Blau entnahm.

Die in Aussicht zu nehmende Einführung der Donaubahn (2. Aug. 1868) und der Brenzbahn (5. Jan. 1876) liess ein bedeutendes Anwachsen des täglichen Wasserverbrauchs voraussehen.

Der tägliche Wasserverbrauch wurde im Jahr 1867 nach genauen Aufnahmen des Baurates Würich zu — ∴ 423 cbm bestimmt.

Hienach musste auf eine leistungsfähigere Wasserversorgung Bedacht genommen werden, was nach 3 Richtungen hin geschah:

1. Es wurde in Betracht gezogen, **Quellen** zu fassen. Hiemit wurde Baurat Dr. Bruckmann betraut, welcher als Spezialität im Quellsuchen schon im Jahr 1835 dem Rittergutsbesitzer Friedrich v. Kaulla in Oberdischingen 3 artesische Brunnen erschlossen hatte, welche binnen 24 Stunden — ∴ 7950 cbm Wasser gaben und wohl heute noch geben.

Dr. Bruckmann untersuchte im Frühjahr 1868 eine Reihe von Quellen: Die Ruhetalquellen, die Quellen am „Böfinger Wasen" und die Kuhbergquellen. Nach vielen Beobachtungen und Messungen kam er in seinem Bericht vom 3. Juni 1868 zu dem Schlusse:

„Dass die sattsame Quellwasserversorgung des Bahnhofs „vom Kuhbergrevier aus effektuiert werden könne, ohne „dabei an das Ruhetalrevier apellieren zu müssen."

Im Oktober 1868 aber lieferten diese Quellen nur noch 175 cbm im Tag, konnten daher nicht weiter in Betracht kommen.

2. Auch der von Baurat Würich im Jahr 1867 gemachte Versuch auf **Grundwasser** schlug fehl. Der in der Nähe der jetzigen Lokomotivremise II. bis auf — ∴ 30,3' Tiefe abgeteufte Probeschacht reichte zwar bis in den wasserführenden Grobkies, gab aber, weil zu nahe am Rande der Kiesschichte, zu wenig Wasser. Am 11. November 1867 war der Wasserspiegel bis unter die Sohle des Probeschachtes d. h. bis auf die Tiefe von — ∴ 469,12 m gefallen. Bevor nun

3. dem Projekte, das **Blauwasser** unter Ankauf und Verwendung der Marnerwalk direkt nutzbar zu machen, näher getreten wurde, geschah mit Vertrag vom 12. Juni 1871 der Anschluss an die **städtische Quellwasserversorgung.**

Seit Ende 1874 entnahm der Bahnhof seinen gesamten Wasserbedarf dem städtischen Hochreservoir am Michelsberg.

Doch schon im Jahr 1885 begannen die Klagen des städtischen Wasserwerkes über zu grossen Wasserverbrauch, welcher bei dem ebenfalls rasch zunehmenden Wasserverbrauch der Stadt selbst, recht lästig empfunden wurde.

Nachstehende Tabelle zeigt den Wasserverbrauch des Bahnhofs ab 1852.

Bahnhof Ulm.

Jahr	Grösster täglicher Wasserverbr. cbm.	Gesamt-Verbrauch im Jahr. cbm.	Kosten ℳ.	Wasserbezug.
1852	100	36500	—	Gewinnung im eigenen Wasserwerk.
1853	120	40150	—	
1866	246	65700	—	
1868	250	69350	—	
1874	243	83950	3106	Bezug von der Stadt. Bis zu 432 cbm täglich pro cbm durchschnittlich 3,7 ₰.
1875	338	101835	3781	
1877	239	76650	2869	
1878	246	75920	2848	
1879	390	122275	4318	
1880	415	140525	4964	
1883	408	141985	5002	
1888	386	126655	4596	
1889	400	132495	4785	
1890	438	143080	5090	
1891	473	152570	5359	Für den cbm über 423 cbm täglich müssen der Stadt 15 ₰ bezahlt werden. Beschluss vom 20. 10. 1891.
1892	587	190895	11388	
1893	640	218406	14997	
1894	702	233235	17214	
1895	698	237390	17877	
1896	780	249561	19628	
1897	862	282680	24642	Seit 1. Jan. 1901 wird nur noch ausnahmsweise von der Stadt Wasser bezogen.
1898	827	267117	22739	
1899	886	302085	27558	
1900	986	334987	32511	

Auf die Dauer war die Stadt nicht in der Lage für den Bahnhof täglich 1000 cbm Wasser abzugeben, ebenso aber musste sich die Eisenbahnverwaltung auf eine weitere Steigerung des täglichen Wasserverbrauchs gefasst machen.

Stadt und Bahn waren genötigt an die Vermehrung und Sicherung des Wasserbezugs zu denken.

Die Stadt entschloss sich zur Nutzbarmachung des **Druckwassers der Iller mit Hochreservoir auf dem Kuhberg,** während die Eisenbahnverwaltung zur Nutzbarmachung des **Grundwassers der Blau mit Hochreservoir auf dem Michelsberg** gelangte.

Das Grundwasser ist durch 2 Brunnen aufgeschlossen, wovon der eine 2 m weite Backsteinbrunnen im Akkumulatorenraum des elektr. Maschinenhauses an der Schillerstrasse — ∴ 9,5 m tief ist und 1894 erbaut wurde. Der zweite hinter dem Maschinenhaus liegende 3,0 m weite und 10,0 m tiefe Brunnen wurde im Jahr 1900 abgeteuft. Der Brunnenmantel ist in Eisenbeton, System Monier hergestellt. Zur Zeit (1905) wird dicht beim Maschinenhaus, an der Schillerstrasse ein dritter ebenfalls 3 m weiter Monier-Brunnen gebaut, aus welchem eine der um einen Meter tiefer zu legenden Pumpen ihr Wasser entnehmen wird.

Aus diesen Brunnen wird das Wasser durch 2 im Maschinenhaus stehende 4fach wirkende Worthington-Verbund-Dampfpumpen. (Worthington, Pumpen-Compagnie A. G. in Berlin 1900) in den Presscylinder gepumpt, und gelangt von hier aus in die 25 cm weite Hochreservoirleitung. Diese Leitung dient **gleichzeitig zur Wasserentnahme.** Soweit das Wasser nicht direkt aus der Leitung entnommen wird, steigt es in das unterhalb des städtischen Hochreservoirs und mit diesem für etwaige Notfälle verbundene **Hochreservoir.** Das Hochreservoir besteht aus zwei durch den Rohrkanal der städtischen Wasserleitung getrennte Hälften von je — ∴ 800 cbm Fassungsraum, welche unter sich wieder durch ein — ∴ 40 cm weites verschliessbares Rohr verbunden sind, so dass nach Belieben jede Hälfte für sich, oder beide zusammen benutzt werden können.

Der Wasserverbrauch bleibt seit einigen Jahren ziemlich gleich, nämlich rund — ∴ 700—900 cbm, ausnahmsweise — ∴ 1000 cbm, täglich. Bei niederem Grundwasserstand wie nament-

lich im Sommer 1904, gelang es nicht, den Wasserbedarf aus den Brunnen ganz zu decken, nicht etwa weil die Brunnen nicht genügend Wasser gegeben hätten, sondern weil die Pumphöhe zu gross wurde, infolge der beim Pumpen eintretenden starken Senkung des Wasserspiegels. Bis zu 8,5 m Saughöhe arbeiten die Pumpen noch, aber eine noch grössere Saughöhe war nicht zu erreichen. Indem jetzt in Verbindung mit dem neuen Brunnen die Pumpen um — ⁚ 1 m tiefer gelegt werden, dürfte künftig der volle Wasserbedarf selbst bei ungünstigem Grundwasserstand gewonnen werden können.

Die Gesamtkosten der seit 9. Januar 1901 in Betrieb genommenen Grundwasserversorgung des Bahnhofs Ulm betragen:

1. Erweiterung des Maschinenhauses . .	— ⁚	10620 ℳ
2. Grundwasserbrunnen 2,0 m weit . . .	— ⁚	3610 „
3. „ 3,0 m —	— ⁚	6830 „
4. 2 Worthington-Pumpen mit einer Leistungsfähigkeit von je 55 cbm in der Stunde	— ⁚	15760 „
5. Wasserleitung	— ⁚	35020 „
6. Hochreservoir auf dem Michelsberg samt Grunderwerbung	— ⁚	52820 „
zusammen	— ⁚	124660 ℳ

Die Wasserbeschaffungskosten betragen bei einer Tagesleistung von im Mittel 800 cbm samt Amortisation des Baukapitals pro cbm rund — ⁚ 5 ₰. Die Ersparnis gegen früher macht diese Wasserversorgungsanlage in wenigen Jahren bezahlt.

4. Die geologischen Verhältnisse des Blautals.

Das Blau-Grundwasser fliesst in einer Kiesschichte, welche bei Ulm rund 10 m unter der Oberfläche liegt und von torfigen, sumpfigen Bildungen überlagert ist. Die wasserführende Kiesschichte von wechselnder Mächtigkeit (durchschnittlich 1,5—3 m mächtig) besteht nach Ausweis der Grundwasserbrunnen des Bahnhofs zu $^1/_3$—$^1/_2$ aus alpinem Gerölle (Gletscher oder Moränenkies) im Uebrigen aus Juragerölle.

Der unreine, lehmige, lettige, etwa 0,50—1,0 m mächtige Kies, welcher die wasserführende Kiesschichte nach oben abschliesst, besteht durchweg aus Juragerölle.

Woher kommt nun der Gletscherkies?

bei H

men

Auffüllm

Tuffsand

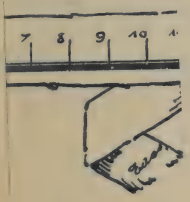
Sumpf-Bil
mit torfig
tuffigen
Schichten

Breuß. To
Fettiger H

Reiner H

Sandiger H

r Höhen

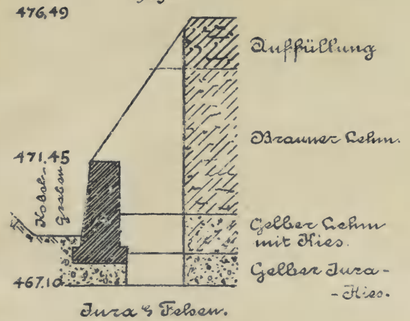


. 1905.
el Haas.

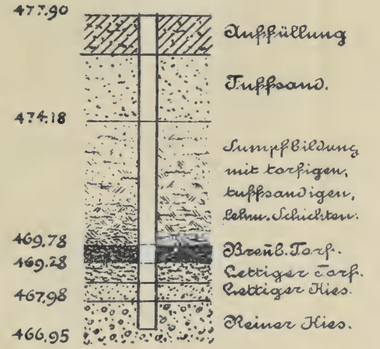
Geologische Bildung des Blautals bei Ulm.

Brunnen u. Gruben etc.

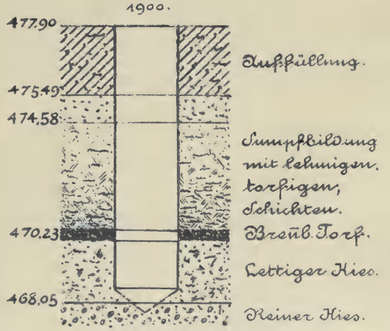
Mittelpfeiler der Bahnkreuzkopf-Ueberführung 1903.



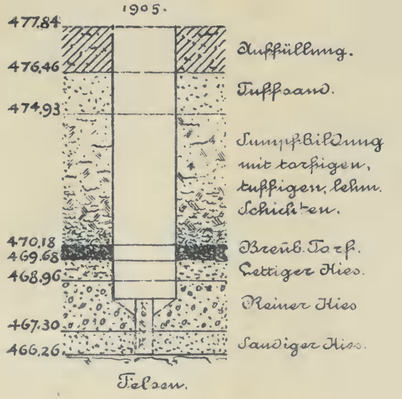
Probe-Bohrung C 1904.



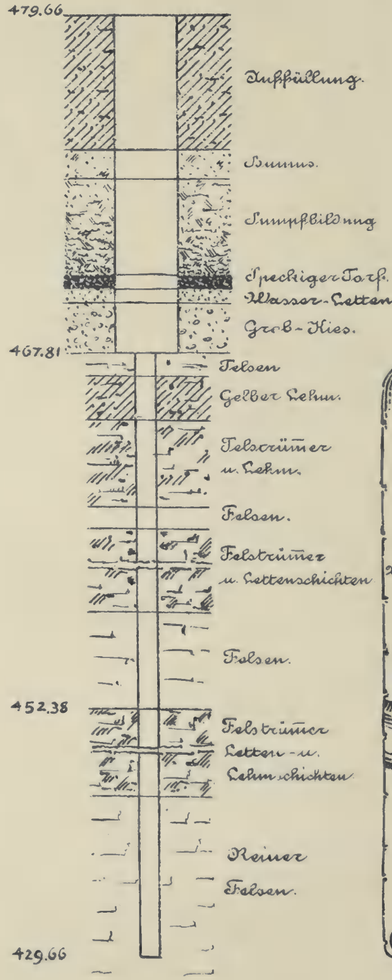
Grundwasser Brunnen I. 3.00 m w. 1900.



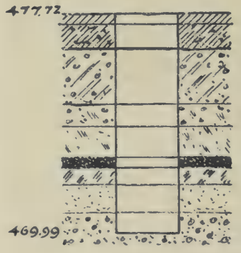
Grundwasser Brunnen III 3.00 m w. 1905.



Brunnen beim Blaubeurer Tor 1895.

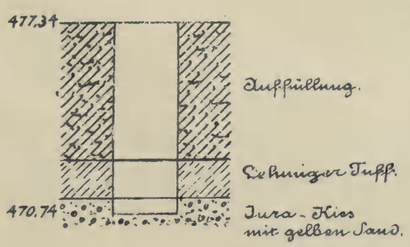


Probgrube bei der Locomotiv-Remise 1867.

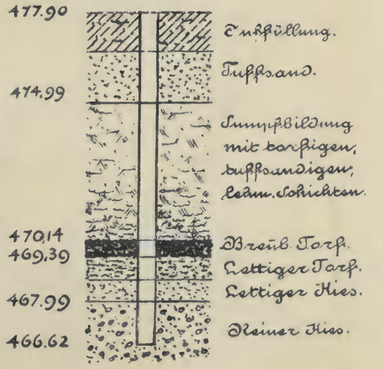


Probgrube bei der Stellwerksbude II.

1890



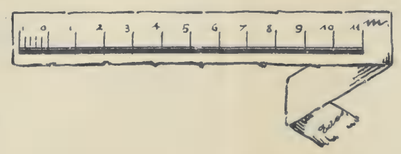
Probe-Bohrung B. 1900.



Grundwasser Brunnen II. 2,00 m w. 1894.

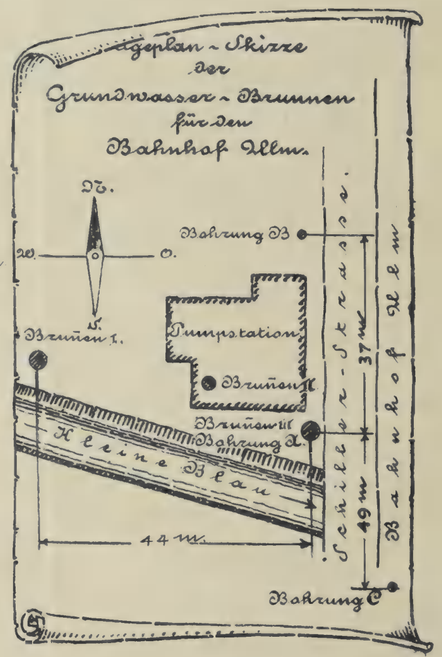
Maßstab der Höhen

1:200.



Ulm im Nov. 1905.
Eduard Haas.

Lageplan-Skizze der Grundwasser-Brunnen für den Bahnhof Ulm.



Legt man die 4 Blätter Ulm, Blaubeuren, Ehingen, Laupheim der geognostischen Karte von Württemberg 1: 50000 an einander, so fällt sofort in die Augen, dass das im obern Jura eingegrabene Blautal seine natürliche Fortsetzung über das Achtal in das Tal der Schmiechen findet und von Schelklingen ab in ziemlich genau südlicher Richtung bei Ehingen-Berg in das Donautal mündet.

Diese Richtung nach Süden weist unmittelbar auf die bis gegen Emerkingen reichende nördlichste Zunge der Alt-Moräne des Rheingletschers.

Betrachtet man ferner die relativ geringen Höhenunterschiede dieses Talwegs:

Ulm	—	477,7	Bahn
Blaubeuren	—	517,3	„
Schelklingen	—	535,2	„
Schmiechen	—	543,0	„
(Schmiechener See) . .	—	532,3	Seespiegel
Allmendingen	—	518,8	Bahn
Ehingen	—	509,6	„
Donau bei Berg . . .	—	494,3	Tal

so ist ohne weiteres zu vermuten, dass in dem Tal Berg-Ehingen-Schelklingen-Blaubeuren-Ulm ein Seitenarm des grossen Rheintalgletschers seinen Abfluss fand, und dass hievon die alpinen Gerölle unter der Blau bei Ulm herrühren.

Dass einst mächtige wilde Wasser diesen Talweg dahinschäumten, beweisen die alpinen Gerölle an den Hängen der Schmiechen oberhalb Ehingen und die Aufschlüsse der Grundwasserbrunnen bei Ulm.

Liegt Ulm jetzt auf einem den letzten Ausläufer des Hochsträsses bildenden Lehmhügel zwischen Donau und Blau, so mag früher an dieser Stelle ein Nebenabfluss des Rheintalgletschers in dessen Hauptabschluss gemündet haben (z. V. „Zur Talgeschichte der oberen Donau“ von Baurat Gugenhan. Jahreshefte des Vereins für vaterländ. Naturgeschichte in Württemberg 1903 S. 232—254.)

5. Geologische Bildung des Blautals bei Ulm.

Die geologischen Verhältnisse des Blautals bei Ulm sind auf Grund der Würich'schen Probegrube bei der Lokomotivremise II. (1867), des Brunnens bei der alten Werkstätte (1850),

des Brunnens beim Blaubeurer Tor (1895), des Grundwasserbrunnens I. (1894), des Grundwasserbrunnens II. (1900), der Fundationen des Blaukanals und der Blaubrücke (1874), der Probegrube der Stellwerksbude III. (1890), der Grube für die Fundation des Mittelpfeilers der Mohrenkopf-Ueberführung (1903) und der 2 im Jahr 1904 gemachten Bohrungen in dem anliegenden **Querprofil des Blautals bei Ulm** dargestellt. Das Terrain ist dem Längenprofil des Bahnhofs vom Jahr 1850 entnommen.

Den Untergrund bildet die abgesunkene Jura ζ Scholle, welche bei der Donaubrücke abgebrochen und deren Abbruch in unbekannte Tiefen versunken ist. Längs des Randes des ersten Abbruches, am Fusse des Michelsberges (Jura ε) floss die Blau, und am Fusse des zweiten Abbruches (vgl. das Längenprofil) fliesst die Donau.

Die Jurascholle ist am Fusse des Michelsberges mit Felstrümmern und darüber mit gelbem Lehm und Jurakies bedeckt.

Ueber diesem, zwischen der Donau und dem Blaudurchlass liegt mächtiger Lehm. Zwischen dem Blaudurchlass und dem Michelsberg liegt in schwach muldenförmiger Krümmung der wasserführende Gletscherkies, nach oben durch den unreinen Jurakies abgeschlossen.

Auf diesem liegt der Blausumpf; links durch eine Erhöhung des Lehms, rechts gegen den Michelsberg ebenfalls durch Lehmablagerungen vermischt mit Juratrümmern begrenzt.

Das Bohrloch am Blaubeurer Tor und die Fundation der Mohrenkopfüberführung geben im Zusammenhalt mit der unter der Donaubrücke offen daliegenden Schichte des weissen Jura ζ genauen Aufschluss über die Lage der am Michelsberg abgesunkenen Jurascholle. Die Verbindungslinie der Felsoberflächen des Bohrlochs am Blaubeurer Tor und der Fundamentgrube der Mohrenkopf-Ueberführung ist genau parallel mit der unter der Donaubrücke anstehenden Juraschichte. Es ergibt sich ein Fallen der Jurascholle gegen Norden von 0° 22′ oder von 1 : 160.

Der Donau entlang fällt der Jurafelsen auf 1300 m — ∴ 2 m oder mit 1 : 650.

Den Aufschluss über die Gestaltung des Blausumpfes geben die Grundwasserbrunnen I. II. und auch der 1905 erbaute Grundwasserbrunnen III. in grosser Uebereinstimmung wie folgt:

— 0 Oberfläche in 477, 877 m N. N.
— 1,5 Auffüllung
— 2,0 Humus
— 2,4 Tuffsand mit tropfsteinartigen Bildungen
— 4,0 Speckiger torfiger Tuffsand
— 4,8 Tuffsand mit kräftiger Wasserader
— 5,0 Speckiger sandiger Torf
— 6,8 Trockener sandig lehmiger Torf mit einzelnen feinen Wasseradern
— 7,5 Brennbarer schwarzer Torf
— 8,5 dunkelbrauner etwas lehmiger Torf
— 9,0 lehmiger nach oben lettiger, nach unten wasserführender Kies.
— 9,5 Reiner grober Kies mit starkem Wasserzudrang in 466, 38 N. N.

Der wasserführende Kies liegt beim Brunnen am Blaubeurer Tor in — ∴ 467,81 m N. N. und im Würich'schen Probeschacht in — ∴ 466.12 m N. N.

Aehnlich wie jetzt noch die Donau dem Rande des Jurafelsens entlang fliesst, floss seiner Zeit die Blau dem Rande des Michelsberges entlang. Unterhalb Ulm's dürfte heute noch der Weg der Blau in der Nähe ihrer Einmündung in die Donau, der alte Weg sein.

Durch die aus dem Lehrer- und Oerlinger Tal angeschwemmten Ablagerungen wurde allmälig das Blaubett überlagert und die Blau gestaut, ihr Bett verflacht. Der alte Gletscherabfluss wurde mit wasserundurchlässigem Material bedeckt und das im Gletscherkies fliessende Wasser von der Verbindung mit der Blau abgeschnitten.

Die Blau bildete einen Sumpf, erhöhte allmälig ihr Bett, so lange, bis sie über den Lehmrand zwischen dem Blau-Kanal (kleine Blau) und dem Blaudurchlass (grosse Blau) treten und in der Einsenkung zwischen dem Lehmhügel Ulm's und dem Galgenberg einen neuen Abfluss in die Donau finden konnte.

Ueber dem alten Blaulauf hinter Ulm steht jetzt die Neustadt und der Bahnhof.

Der tiefe Kobelgrabeneinschnitt und der Wall, auf welchem die Wilhelmshöhe steht, sind künstlich. Der Kobelgraben wurde

in Verbindung mit der 1608—1625 ausgeführten Stadtbefestigung als Regenüberlauf der Blau ausgehoben, um die Hochwasserschäden der Blau innerhalb der Stadt hintanzuhalten.

6. Das Grundwasser der Blau bei Ulm.

Wenn von „Grundwasser" die Rede ist, so versteht man im allgemeinen darunter ein Wasser, das in der Talniederung ausserhalb des eigentlichen Flussbetts und tiefer als der Flusslauf fliesst.

Es ist dabei wohl zu unterscheiden, ob dieses Wasser, welches stets in einer Kiesschichte bezw. in einer wasserdurchlassenden Schichte läuft, mit dem oberirdischen Lauf des Flusses in Verbindung steht oder nicht.

Die Iller und Donau zum Beispiel laufen im Kiesbett, im Gerölle, das bis in grosse Breiten und bis in erhebliche Tiefen Wasser führt. Der oberirdische Lauf führt nur so viel Wasser als dem Querschnitt des Flussbettes und dem Gefälle des Flusslaufes zukommt. Ueberall wird in der Nähe des Flusslaufes der Grundwasserstand durch den Flusswasserstand beeinflusst werden. **Hochwasser** werden alsbald den Grundwasserstand heben; **Niederwasser** denselben senken.

Trübungen des Flusswassers werden wegen der filtrierenden Eigenschaft des Kieses um so weniger fühlbar, je weiter entfernt vom Flusswasser, bezw. je tiefer im Kiesbett die Wasserentnahme stattfindet.

Das Grundwasser, in diesem Falle besser das **Druckwasser** wird im wesentlichen die Beschaffenheit des Flusswassers haben.

Anders verhält es sich mit dem Grundwasser, das wie bei der Blau **keine** Verbindung mit dem Flusswasser hat.

Ursprünglich ist ja das Gletscherschmelzwasser bei Ulm geradeso über ein Kiesbett gelaufen, wie die Donau und Iller. Aber die Anschwemmungen aus den Seitentälern, die Ueberlagerungen des wasserführenden Kieses durch Lehm und Letten haben eine Versumpfung und eine allmählige Hebung des Flusses über sein früheres Bett herbeigeführt. Hierdurch wurde allmählig die Verbindung zwischen dem Grundwasser der Blau und dem oberirdischen Laufe derselben abgeschnitten.

Das jetzt in dem alten Blaugerölle fliessende Grundwasser **hat gar keine Beziehungen mehr zum Blauwasser.**

Das Grundwasser wird gespeist durch Quellen, welche in der Höhe des Gerölles, weit ab von Ulm auf der Grenze zwischen Jura γ und δ fliessen; durch Absickerungen des Tagwassers an den Stellen, wo sich das Gerölle an den Berghalden über das sumpfige Tal der Blau erhebt.

Leider aber finden aus den mit Wasseradern durchzogenen Tuffsandschichten des Blausumpfes Einsickerungen in das Grundwasser statt. Anders ist ja das mit der Erschliessung der Grundwasserbrunnen auftretende **Sumpfgas** nicht zu erklären.

Dieses Sumpfgas trat im Anfang in unseren Grundwasserbrunnen recht störend auf, hemmte oft genug die Pumpversuche und verbreitete einen nichts weniger als angenehmen Geruch.

Da bald ein Nachlassen des Zudrangs von Sumpfgas beobachtet wurde, und das Wasser im Uebrigen rein war, so wurde der Versuch gemacht, das Grundwasser als Trinkwasser zu benützen. Hievon musste aber schleunigst Abstand genommen werden, denn durch den üblen Geruch selbst kleiner Mengen Sumpfgas, welche den geöffneten Hahnen entwichen, machte sich dieses Wasser bei den Nutzniessern recht unbeliebt.

Nach $2^1/_2$ Jahren hat aber der Sumpfgas-Geruch so stark abgenommen, dass in den Grundwasserbrunnen selbst eine feine Nase kaum mehr was bemerkt. Gleichwohl: **als Trinkwasser ist das Blaugrundwasser** nicht zu gebrauchen.

Chemische Beschaffenheit des Blau-Grundwassers. Da beim Abteufen der Grundwasserbrunnen der Blausumpf zu durchbrechen ist, und die Tuff- und Torfschichten z. T. ziemlich ergiebige Wasseradern führen, so ist erste Bedingung beim Brunnengraben, dass der Brunnen absolut wasserdicht ist, denn das im Tuffsand fliessende Wasser ist sehr unrein und überaus kalkhaltig. Wo solches Wasser eindringt und verdunsten kann, bilden sich flockige, schleimige Kalk-Ablagerungen.

Trotz aller Vorsicht beim Abteufen des in Backstein gemauerten ersten Brunnens, hatte man die liebe Not mit der Abhaltung des Sumpfwassers.

Bei der Wassermessung am 26. Juni 1894 wurden 2 Wasserproben entnommen, eine von der Oberfläche, und eine aus der Tiefe. Herr Hofrat Dr. Wacker hatte die Güte, diese Wasser-

proben chemisch zu untersuchen. Er äusserte sich in seinem ausführlichen Gutachten vom 30. Juni 1894 folgendermassen:

„Das Wasser selbst hat **16 franz. Härtegrade** und ist somit „weicher als das der städtischen Brunnenleitung (24 °), aber „härter als das Blauwasser. Hiedurch ist auch der **Beweis „geliefert, dass man es nicht mit einem Druckwasser der „Blau, sondern mit Grundwasser zu tun hat.**

„Während die fixen Bestandteile aus kohlensaurem Kalk „mit kleinen Mengen von Magnesia bestehen, die durch „Kohlensäure als kohlensaure Verbindungen gelöst sind, „sind noch organische Beimischungen nachzuweisen, und „zwar huminsaures Ammoniak, das nur von einer Torfschichte „herrühren kann.

„Gelingt es den Herrn Technikern, den Steinmantel des „Brunnens so wasserdicht herzustellen, dass an den äusseren „Seiten desselben ein solches Torfwasser nicht herabgleiten „und dem reinen Grundwasser sich nicht beimischen kann, „so ist ein tadelloses Trink- und Gebrauchswasser zu „erwarten."

Es wurde nun bis auf 6,9 m Tiefe ein 40 cm dicker wasserdichter Betonring um den Brunnen gelegt.

Ueber eine Mitte Dezember 1894 übergebene Wasserprobe äusserte sich Herr Hofrat Dr. Wacker:

„Das Wasser ist wie früher ein tadelloses Wasser, was den „Gehalt an Chloriden, Salpetersäure u. drgl. anbelangt, „aber der Gehalt an Torfwasser ist zwar diesmal kleiner, „aber immer noch nachweisbar."

Wie oben dargelegt, findet die Beimengung des schlechten Sumpfwassers höchst wahrscheinlich weit oberhalb Ulm's statt, und ist durch technische Mittel nicht zu beseitigen.

Der gegenüber dem städt. Quellwasser kleinere Gehalt an Kalk hat den Vorteil, dass sich an den Kesselwänden im Maschinenhaus und der Lokomotiven weniger und lockerer Kalk ansetzt, der unter Beimengung geeigneter Mittel nur schlammt, und leicht entfernt werden kann.

Aber eine **unangenehme Erscheinung** hat der geringere Kalkgehalt des Grundwassers im Rohrnetz der seit 1874 liegen-

den Quellwasserleitung auf dem Bahnhof — soweit dieselbe beibehalten werden konnte — gezeitigt.

In diesem Rohrnetz hat sich im Verlauf von etwa 30 Jahren eine Kruste von kohlensaurem Kalk, vermischt mit Eisenoxyd, niedergeschlagen. Dieser Rohrniederschlag wurde durch das kalkarme Grundwasser allmählig wieder aufgelöst und abgeführt.

Zum Beispiel: Der südliche Bahnhofabort hatte eine Wasserspülung. Als an Stelle des Quellwassers das Grundwasser eingelassen wurde, bedeckte sich alsbald die Fliessenwand mit einer harten braunen Kruste, die nur mit Bürste und scharfem Sand zu beseitigen war.

Diese recht lästige und hässliche Erscheinung zeigte sich im ganzen Rohrnetz bis in die kleinsten Hauswasserleitungen und schloss an sich schon die Verwendung des Grundwassers als Trinkwasser aus.

Die **Temperatur** des Grundwassers wurde wiederholt gemessen. Sie beträgt bei tiefst gesenktem Wasserspiegel + 8,5 bis 9,0 ° R. und zeigt zu allen Jahreszeiten nur ganz geringe Schwankungen.

Mächtigkeit des Wasserzudrangs. Die Mächtigkeit des Wasserzudrangs ist einerseits durch die Aufnahmsfähigkeit der wasserführenden Kiesschichte begrenzt und andererseits abhängig vom **Grundwasserstand**, d. h. von der **Steighöhe** des in der Kiesschichte sich bewegenden Wassers.

Die wasserführende Kiesschichte hat, wie oben bemerkt, eine Mächtigkeit von 1,5—3,0 m. Der Grundwasserstand ist wie später nachzuweisen ein schwankender. Es wurde eine Schwankung des Grundwasserspiegels bis zu — ⁚ 1,63 m beobachtet.

Da es von höchster Wichtigkeit war, über die Ergiebigkeit der Grundwasserbrunnen möglichst sichere Anhaltspunkte zu gewinnen, so wurden **Pumpversuche** angestellt und die **Grundwasserhöhen** beobachtet.

Die mit einer Dampfcentrifugalpumpe mit bis zu 40 L in der Sekunde Leistungsfähigkeit angestellten Pumpversuche, welche aber häufig durch Gaszudrang gestört und auch ab und zu unterbrochen wurden, ergaben folgendes:

Messung vom 23. Juni 1894.

Grundwasserstand — ∴ 473,69 m N. N.

Wasserzudrang	Meereshöhe	Liter pro Sek.
in — 6,0 m Tiefe	471,55 m	10,00
— 6,5 „ „	471,05 „	11,80
— 7,0 „ „	470,55 „	17,13
— 7,5 „ „	470,05 „	20,92

Messung vom 28. Sept. 1894.

Grundwasserstand — ∴ 473,17 m.

Wasserzudrang	Meereshöhe	Liter pro Sek.
in — 6,0 m Tiefe	471,55 m	9,50
— 6,5 „ „	471,05 „	15,00
— 7,0 „ „	470,55 „	17,40
— 7,5 „ „	470,05 „	unsicher

Messung vom 3. Oktober 1894.

Grundwasserstand — ∴ 473,17 m.

Wasserzudrang	Meereshöhe	Liter pro Sek.
in — 6,0 m Tiefe	471,55 m	4,50
— 6,5 „ „	471,05 „	8,70
— 7,0 „ „	470,55 „	13,50
— 7,5 „ „	470,05 „	unsicher.

Messung vom 24. Febr. 1898.

Grundwasserstand — ∴ 473,28 m N. N.

Wasserzudrang	Meereshöhe	Liter pro Sek.
in — 6,90 m Tiefe	470,65 m	10,6
— 7,05 „ „	470,50 „	11,7
— 7,20 „ „	470,35 „	14,4
— 7,30 „ „	470,25 „	15,4
— 7,40 „ „	470,15 „	17,1
— 7,55 „ „	470,00 „	20,6

Die durchschnittliche Tagesleistung der Pumpe betrug — ∴ 1300 cbm, ohne dass eine Abnahme des Wasserzudrangs bemerkt werden konnte.

Unter diesen Umständen durfte gewagt werden die Grundwasserbrunnen, welche ursprünglich nur das Kondenswasser der Dampfmaschinen liefern sollten, für die Wasserversorgung des Bahnhofs Ulm nutzbar zu machen.

Obgleich die Pumpversuche ergaben, dass schon in einer Tiefe von — 7,1 bis — 7,45 m, d. h. in einer Meereshöhe von 470,45 bis 470,15 ein zur Versorgung des Bahnhofs mehr als ausreichender Wasserzudrang zu erwarten war, so mahnten doch die starken Schwankungen des Wasserzudrangs zur Vorsicht.

Um möglichst sicher die erforderliche Wassermenge (1000 cbm täglich, oder 12,7 L in der Sekunde) zu erhalten, wurde der Rand des Saugkorbs im neueren Brunnen auf — ∴ 469,30 m Meereshöhe versetzt. Diese Vorsicht war sehr begründet.

Bei dem im ganzen Land zu verspürenden niederen Stand der Quellen von Mitte August 1903 bis Mitte Januar 1904, trat auch hier ein ungewöhnlich niederer Grundwasserstand ein.

Infolge dieses niederen Grundwasserstandes musste bei Senkung des Wasserspiegels bis auf den Rand des Saugkorbs (469,30 m) Tag und Nacht gepumpt werden, und trotzdem gelang es nicht, stets den vollen Wasserbedarf zu decken. Es musste vielmehr wöchentlich ein bis zweimal aus dem städtischen Hochreservoir Wasser hinzugenommen werden.

Hätte die Pumpenanlage eine noch um 0,2—0,4 m tiefere Senkung des Wasserspiegels gestattet, so wäre zweifellos genügend Wasser geschöpft worden.

Diese Erfahrungen haben dazu geführt, dass zurzeit ein dritter Grundwasserbrunnen nahe der Schillerstrasse erbaut, und eine der Pumpen um 1,0 m tiefer gelegt wird.

Es ist zu hoffen, dass nunmehr auch bei ganz ungünstigem Grundwasserstand genügend Wasser geschöpft werden kann.

Höhe des Grundwasserstandes. Wie schon aus dem oben gesagten hervorgeht, ist die Höhe des Grundwasserstandes eine sehr schwankende. Dieselbe betrug:

am 18.	Juni	1894	∴	473,77 m N. N.
29.	„	„	— ∴	473,70
13.	Juli	„	— ∴	473,59
2.	Aug.	„	— ∴	473,63
28.	Sept.	„	— ∴	473,58
4.	Okt.	„	— ∴	473,17
19.	„	„	— ∴	473,43
31.	„	„	— ∴	473,62
8.	Dez.	„	∴	473,72

am 23. März 1895 — ⁚ 473,46 m. N. N.
13. April „ — ⁚ 473,95
1. Mai „ — ⁚ 473,82
9. Febr. 1897 — ⁚ 473,86
1. März 1898 — ⁚ 473,68
22. Aug. 1903 — ⁚ 472,33 (unsicher.)

Leider konnten nach Inbetriebnahme der Grundwasserversorgung keine Grundwasserstände mehr gemessen werden, weil sich der Grundwasserstand des Pumpens wegen nicht auf seine volle Höhe heben konnte.

Nach den Aufschrieben der Maschineninspektion Ulm wurde beim Wasserpumpen im Monat Dezember 1903 der Wasserspiegel durchschnittlich auf 469,50 m gesenkt, entsprechend einer Tiefe von — ⁚ —8,0 m. Die Pumpe machte in der Minute durchschnittlich 23 Touren bei einer Wasserförderung von durchschnittlich 28 Ltr. die Tour.

Hieraus ergibt sich ein Wasserzudrang von — ⁚ 644 Ltr. in der Minute, oder von — ⁚ 10,7 Ltr. in der Sekunde, ein Wasserzudrang, welcher unter günstigeren Verhältnissen einer Tiefe von —6,5 bis —7,8 m entsprechen würde.

Der **höchste** Grundwasserstand wurde am 13. April 1895 mit — ⁚ 473,95 m beobachtet. Der **mittlere** Grundwasserstand ergab sich zu — ⁚ 473,61 m.

Der **niederste** Grundwasserstand wurde am 22. Aug. 1903 mit — ⁚ 472,33 m (unsicher) erhoben.

Die bis jetzt beobachtete grösste Schwankung des Grundwasserstands beträgt daher — ⁚ 1,62 m.

Die Höhe des Wasserspiegels der kleinen Blau (Blaukanal) nächst dem Grundwasserbrunnen schwankt nur wenig. Sie beträgt

beim niedersten Stand — ⁚ 475,13 m
„ höchsten „ — ⁚ 475,39 „
und im Mittel — ⁚ 475,24 „

Der **mittlere** Grundwasserstand mit — ⁚ 473,61 m ist daher — ⁚ 1,63 m **tiefer** als der mittlere Wasserstand im Blaukanal. Es folgt daher auch hieraus, **dass das Grundwasser der Blau und das Flusswasser der Blau von einander völlig unabhängig sind.**

Das Blaubett ist so wenig wasserdurchlassend, dass das

unmittelbar neben der Blau liegende Haus der elektr. Lichtanlage bis tief unter den Wasserspiegel der Blau trocken fundiert werden konnte.

Grundwassertrichter beim Pumpen.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass beim Senken des Grundwasserspiegels an einem Punkte, das Grundwasser sich trichterförmig vertieft, dass sich also die an einem Punkte bewirkte Senkung des Grundwasserspiegels nur über einen bestimmten Umkreis bemerklich macht.

Beim Anlegen des zur Zeit im Bau befindlichen dritten Grundwasserbrunnen konnten hierüber Erhebungen angestellt werden.

Das Mitte November 1904 hergestellte — ⁚ 0,19 m weite Bohrloch an der Stelle des nunmehr in Ausführung begriffenen Brunnens III., welcher vom Brunnen I. — ⁚ 44,0 m entfernt ist, ergab folgende Wasserstände beim Pumpen aus Brunnen I.:

Tag und Stunde der Beobachtung.	Wasserstand im Brunnen I.	Bohrloch.	Differenz.
1904. 19. 11. 4^{00}	469.45.	471.81.	2,36 m
24. 11. 2^{45}	469.78.	471.78.	2,00
30. 11. 3^{10}	469.49.	471.74.	2,25
9. 12. 4^{20}	469.59.	471.94.	2,35
17. 12. 2^{35}	469.35.	471.58.	2,23
Im Mittel — ⁚	469.53.	471.77.	2,24

Der Wasserstand im Bohrloch III. stellt sich daher im Mittel um — ⁚ 2,24 m höher als der gesenkte Wasserspiegel im Brunnen I.

Bei dem inzwischen an der Stelle des Bohrlochs III. ausgeführten — ⁚ 3,0 m weiten Grundwasserbrunnen III. wurden bei der Senkung des Wasserspiegels im Brunnen I. folgende Wasserstände abgelesen:

Tag und Stunde der Beobachtung. 1905.	Wasserstand im		Differenz
	Brunnen I.	Brunnen III.	
h.	m.	m.	m.
26. 9. 3^{00}	469.30	470.42	1.12
27. 9. 7^{30}	469.40	470.46	1.06
5. 10. 3^{00}	469.30	470.60	1.30
24. 10. 4^{00}	469.30	470.34	1.04
25. 10. 10^{00}	469.40	470.60	1.20
6. 11. 9^{00}	469.35	470.48	1.13
7. 11. 3^{00}	469.35	470.50	1.15
Im Mittel — ∴	469.34	470.48	1.14

Der Wasserspiegel im Brunnen III. stellt sich daher unter annähernd gleichen Verhältnissen um — ∴ 1,10 m weniger hoch als im Bohrloch III.

Wie kommt das?

Das Grundwasser, welches in einer durchschnittlich 1,5 m mächtigen Kiesschichte fliesst, wird von einer rund 8 m mächtigen nach unten wasserundurchlassenden Schichte überlagert.

Im Zustand der Ruhe wird der Wasserdruck auf die überlagernde wasserdichte Decke überall gleich gross sein, demgemäss wird auch der Wasserstand in den Brunnen und Bohrlöchern annähernd gleich gross sein müssen.

Wird in einem Brunnen der Wasserspiegel gesenkt, so wird der Wasserzudrang mit der Senkung des Wasserspiegels nach Massgabe des in der wasserführenden Schichte herrschenden Wasserdrucks zunehmen.

Die Reibung des Wassers innerhalb der wasserführenden Schichte bewirkt aber eine mit der Entfernung von der Entnahmestelle zunehmende Verlangsamung des Wasserzuflusses, so dass schliesslich ein Abfliessen des Wassers zur Entnahmestelle aufhört.

Wenn nun an einem beliebigen Punkt ein Bohrloch bis in die wasserführende Schichte getrieben wird, so wird in dem

Bohrloch selbst eine Verlangsamung der Wasserbewegung eintreten, welche wieder von der Reibung des Wassers an den Wänden, aber auch — je enger das Bohrloch ist — von der Adhäsion des Wassers an den Wänden abhängt. Im vorliegenden Fall war das Bohrloch nur 19 cm weit und ungefüttert. Wenn daher der Wasserspiegel sich im Bohrloch um 2,24 m und im 3 m weiten Brunnen nur um 1,14 m höher stellte als im Brunnen I., so dürfte dieser Unterschied auf die im Bohrloch vorhandenen ungünstigeren Reibungs- und Adhäsionsverhältnisse zurückzuführen sein.

Jedenfalls aber gibt der Wasserstand im 3 m weiten Brunnen III. die sichereren Anhaltspunkte für die Beurteilung der Trichterbildung.

Die Wasserstandsmessungen am Brunnen I. und III. ergeben bei Senkung des Grundwasserspiegels im Brunnen I. auf — ∴ 469,34 m und bei einem mittleren Grundwasserstand von — ∴ 473,61 m einen **Senkungstrichter von — ∴ 164,8 m Halbmesser.**

Sollte daher eine weitere Grundwasser-Entnahme von 1000 cbm täglich in Betracht zu ziehen sein, so müsste der Grundwasserbrunnen 329,6 m oder rund 330 m von den bestehenden entfernt sein, wenn sich die Grundwasserbrunnen nicht gegenseitig beeinträchtigen sollen.

Wie oben bemerkt, ist der Senkungstrichter abhängig vom Wasserdruck (Wasserzudrang) und den Reibungswiderständen in der wasserführenden Schichte. Allgemeine Regeln zur Bestimmung des Senkungstrichters lassen sich nicht aufstellen, weil die denselben bestimmenden Verhältnisse zu verschieden sind, und in jedem einzelnen Falle erhoben werden müssen.

Soll aber im einzelnen Falle der Senkungstrichter bestimmt werden, so müssen möglichst weite, glatt gefütterte Bohrlöcher abgetrieben werden, um ein brauchbares Ergebnis zu erhalten.

Mögen die im Vorstehenden gegebenen Ausführungen, welche im wesentlichen auf direkten Messungen und Beobachtungen beruhen, dazu beitragen, die Kenntnis der Grundwasserverhältnisse der Blau bei Ulm zu fördern.

Entstehung und Ausbreitung der Krebskrankheit.

Von Dr. **Kraus,** Frauenarzt.

Ich möchte mir erlauben, Ihnen heute einen kurzen Einblick zu verschaffen in eines der grössten und schwierigsten Probleme der Medicin und Sie einigermassen zu orientieren über den heutigen Stand der Frage über das Wesen einer Krankheit, die so viel Jammer und Leid in viele Familien bringt, eine Krankheit, welche nächst der Tuberculose schon mehr Menschenleben dahingerafft hat, als manche der gefürchtetsten Epidemieen wie Pest, Cholera und Pocken. Die letzteren treten nur periodisch auf, die Krebskrankheit jedoch entwickelt seine jammer- und schmerzbringende und ohne chirurg. Hilfe sicher zum Tod führende Tätigkeit jahraus-jahrein in unheimlicher Weise, ja sogar in den letzten Jahrzehnten mit steigender Frequenz. Um so mehr verdient sie das Interesse der Allgemeinheit und die Aufmerksamkeit der Regierungen, der Fachmänner und der ganzen gebildeten Welt überhaupt.

Was ist Krebs?

Es handelt sich hier um eine Geschwulst, sog. Neubildung, welche durch regellose Wucherung derjenigen Zellen, welche die Oberfläche des Körpers bekleiden und die inneren Organe insbesondere auch die Drüsen auskleiden, zustandekommt. Es sind dies die sog. Epithelzellen (Epithelium=Oberhaut). Sie bilden die oberste Schichte der äusseren Haut und der Schleimhäute und verschiedenen Körperhöhlen, und sind entweder in einfacher Zellenlage geordnet oder in mehrfacher Schichtung übereinander

gelagert. Diese Wucherung dringt schrankenlos und regellos in das befallene Organ (also: Haut-, Schleimhaut- und Drüsenabschnitte) hinein und durchsetzt es völlig, so dass es seine Structur verliert und mit dem Krebs zerfällt und zu Grunde geht. Der Krebs kann dann auf andere benachbarte Organe übergehen und auch sie zerstören. Doch damit nicht genug, es treten auch in entfernteren Organen (Leber, Milz, Lungen) Krebsgeschwülste auf, dadurch, dass Krebszellen von ihrem Ursprungsort aus durch die Lymphwege in andere Organe verschleppt werden und dort secundäre Krebsgeschwülste (sog. Metastasen) erzeugen.

Das Wachstum der Krebsgeschwülste dachte man sich früher als in der Art vor sich gehend, dass die an die Geschwulst angrenzenden völlig normalen Zellen — unter dem Einfluss der schon vorhandenen Geschwulstelemente oder unter dem Einfluss der andauernd sich geltend machenden ätiologischen Momente — zu Bestandteilen der Geschwulst würden. Und man nahm an, dass diese Umwandlung der angrenzenden Zellen auch von Anfang an stattgefunden habe, dass also beliebige normale Zellen durch äussere Einflüsse zu dauerndem Wachstum gebracht wurden und so die Geschwulstform (Neubildung) erzeugten.

Verschiedene neuere patholog. Anatomen, voran Ribbert in Bonn, stellen sich auf einen andern Standpunkt. Nach Ribbert nehmen die angrenzenden Zellen nicht an der Vergrösserung der Geschwulst teil. Vielmehr wächst die Geschwulst nur aus sich heraus durch Vermehrung ihrer eigenen Elemente.

Was ist nun die Ursache, der stimulus für diese immense Vermehrung im Anfangsstadium der Entwicklung der Geschwulst?

Dies ist die Cardinalfrage, um deren richtige Beantwortung durch die neuesten Untersuchungen und Auffassungen bezüglich der Ätiologie des Krebses der Streit unter den Fachmännern in den letzten Jahren entbrannt ist.

Die Schwierigkeit der diesbezügl. Untersuchungen erklärt sich einmal gerade aus der Vielgestaltigkeit der Wachstumsverhältnisse, aus der Verschiedenheit der Körperteile, in denen der Krebs sich entwickelt und sodann aus dem Umstand, dass das untersuchende Auge leider sehr selten die ersten Anfänge einer Krebsentwicklung zu beobachten Gelegenheit hat.

Bei der eben erwähnten Entwicklungsart der Geschwülste erschien es wahrscheinlich, dass schon die ersten Zellen oder Zellcomplexe, aus denen heraus die Geschwulst sich entwickelte, eine gesonderte Stellung einnahmen, dass sie schon damals nicht mehr organisch eingefügt, dass sie schon aus dem normalen Verbande ausgeschaltet waren. Durch diese aus den Wachstumsverhältnissen abgeleiteten Erwägungen gelangt Ribbert zu einem ähnlichen Standpunkt, wie ihn Cohnheim, von andern Gesichtspunkten ausgehend, ebenfalls schon lange zuvor vertrat. Cohnheim leitete die Geschwülste aus embryonalen überschüssigen Keimen ab und schuf damit eine Theorie, die ausserordentlich anregend wirkte, viel bekämpft wurde, aber in ihren Grundzügen, wenn auch modificiert, zweifellos berechtigt ist. Auch Ribbert hebt nun hervor, in wie ausserordentlich zahlreichen Fällen er fast mit Sicherheit in der Lage war, auf embryonal ausgeschaltete Keime zurückzugehen, und zeigt, dass die Ausschaltung an sich, die Trennung aus dem organischen Verband unter günstigen nicht immer schon vornherein vorhandenen Bedingungen die zur Geschwulstbildung führende Wachstumsauslösung bewirkt, und dass diese Auslösung nicht nur für die embryonalen Gewebe Giltigkeit hat, sondern dass eine Absprengung von Zellen auch im postembryonalen Leben die gleichen Folgen haben kann.

Während nun diese Ribbert'sche Auffassung der Entstehung der Geschwulstbildungen überhaupt eine weitgehende wenn auch nicht allseitige Zustimmung z. Z. gefunden hat, ist dies hinsichtlich der Entstehung der Krebsgeschwulst nicht der Fall.

Wie Ribbert so nimmt auch der pathol. Anatom Borrmann in seiner im Jahr 1904 erst erschienenen Schrift an, dass der krebsigen Wucherung des Epithels stets eine entzündliche Wucherung des Bindegewebs vorausgehe, wodurch eine Hebung der Epitheldecke erfolge. Die Entwicklung dieser subepithelialen Bindegewebswucherung sei eine Grundbedingung für das Zustandekommen eines Krebses, denn niemals vermöge Epithel in unverändertes Bindegeweb einzudringen.

Borrmann ist mit Ribbert der Ansicht, dass der normalen Gewebszelle, sofern sie nur unter günstige Ernährungsbedingungen kommt, an sich schon eine unbegrenzte Wucherungs-

fähigkeit zukomme und dass es daher nur der Ausschaltung eines Zellencomplexes aus dem physiologischen Verband bei gleichzeitiger Erhaltung der Ernährung bedürfe, um eine unbegrenzte zur Geschwulstbildung führende Wucherung zu erzeugen.

Andere pathol. Anatomen aber sagen: „nur krebsig entartete Epithelzellen vermögen unbegrenzt und das Organgewebe zerstörend zu wuchern."

Ribbert hat noch viele Gegner, die an eine primäre Ausschaltung eines Epithelkeims noch nicht glauben wollen. Sie meinen, auch Epithelien, die bis dahin in normalem Verband gewesen waren, könnten in ein von vornherein carcinomatöses Wachstum geraten. Zu dieser Wucherung aber musste selbstverständlich eine bestimmte Veranlassung gegeben sein. Und so bemühen sich nun diese Gegner, festzustellen, was denn die Epithelien zu plötzlichem Wachstum veranlassen könnte. Die Einen sagen: Die Epithelien erfahren aus irgend einem bis jetzt noch unbekannten Grunde eine primäre Umwandlung ihrer biologischen Eigentümlichkeit, so dass sie die Fähigkeit zu unbegrenzter Wucherung gewinnen, Andere glauben den stimulus zum unbegrenzten Zellenwachstum in einem Parasiten gefunden zu haben.

Als die Bacteriologie unter Führung Robert Koch's zu Anfang der 80er Jahre ihre ungeahnten Triumphe zu feiern begann, lag es ja sehr nahe, auch ausserhalb der Infectionskrankheiten parasitäre Lebewesen für die Entstehung pathologischer Vorgänge verantwortlich zu machen, so insbesondere auch für die Entstehung der Geschwülste. Durch die Auffindung specifischer Krankheitserreger wurden eine Klasse von Geschwülsten: die Granulationsgeschwülste Tuberculose, Actinomykose, Botryomykose etc. als Infectionsgeschwülste erkannt. Es lag nahe, bei dem ähnlichen Verhalten der bösartigen Neubildungen wie Krebs und seinen Metastasenbildungen ebenfalls an Mikroorganismen zu denken. Man stellte sich anfangs die Sache sehr leicht vor und glaubte nur die Koch'schen Methoden anwenden zu dürfen, um den Erreger festzulegen.

Der Krebssaft wurde auf den festen Nährboden gebracht in der Erwartung, den Krebsparasiten isolieren zu können. Aber nach mehrfachen Fehlversuchen überzeugte man sich bald, dass

die Verhältnisse viel schwieriger lagen, und kam in Anbetracht der grossen Verschiedenheit, welche der Krebs gegenüber den infectiösen Erkrankungen darbot, zu der Vermutung, dass es sich um eine andere Art von Parasiten und zwar um Protozoen, Amoeben oder Plasmodien handeln müsse.

Die erste Beschreibung protozoenartiger Parasiten in Krebszellen erfolgte erst 1888 von L. Pfeifer. Thoma beschrieb 1889 aus Carcinomen des Mastdarms, Magens, der Brust rundliche, ovale, wetzsteinartige, schiffähnliche einzellige Gebilde, aus Kern und Protoplasme bestehend, die er für eingekapselte Coccidien zu halten geneigt war. Auch andere Forscher glaubten Carcinomparasiten gefunden zu haben. Die Beschreibungen dieser protocoischen Gebilde wichen jedoch sehr von einander ab, sie wurden als Coccidien, Gregarinen, Amöben etc. aufgefasst, am häufigsten wurden sie als sporozoenartige Gebilde beschrieben.

In den letzten Jahren erschienen auch Arbeiten von Plimmer, Gaylord, von Leyden, Feinberg u. a. über den Nachweis von eigentümlichen mehr oder weniger runden Körperchen in den Krebszellen durch bestimmte Färbemethoden. von Leyden hat seine mit einem Centralpunkt versehenen Körperchen mit einem Vogelauge verglichen. Dieselben sind wohl identisch mit den Körperchen, die schon früher gesehen und beschrieben worden sind und wurden von Behla, um einen kurzen Namen zu geben, „X-Körperchen“ genannt. Langhans hatte sie schon 1886 in einem Drüsencarcinom gesehen, ebenso Kürsteiner. Letzterer zählte in 1 Zelle circa 40, in einer andern Zelle 70 der runden Körperchen. Diese letzteren haben nun neuerdings das grösste Interesse wachgerufen, weil sie frappante Ähnlichkeit zeigen mit den von Nawaschin 1899 in den Zellen der Kohlhernie (Kohlkropf) [krebsartige Wucherung an den Kohlarten] nachgewiesenen vogelaugenartigen Körperchen (X-Körperchen). Behla hat nun zu seinen weiteren Versuchen diese Analogie aus der Pflanzenpathologie herangezogen. Hier gibt es Pilze, welche wahre Epithelschmarotzer sind, die nur in Epithelien eindringen, sie vergrössern und auch die umgebenden Epithelien zur Proliferation bringen. Dies sind die Chytridiaceen, eine Unterabteilung der Phykomyceten oder algenähnlichen Pilze. Von dem Gedanken geleitet, dass es sich auch beim Krebs

des Menschen um solche Epithelschmarotzer handeln werde machte er kleine oberflächliche Einschnitte in Haut oder Schleimhaut von Tieren und rieb darin Chytridiaceensporenmaterial ein. Die Versuche wurden mehrfach variirt und ergaben, dass sich auf diese Weise dieselben Körperchen erzeugen liessen, wie wir sie beim Krebsprocess beobachten: die „X-Körperchen" mit Zellvergrösserung und Zellproliferation. Behla hält dadurch den Beweis für erbracht, dass der Krebserreger eine Chytridiacee, also ein Pflanzenparasit sei, und dass die in den Krebszellen sichtbaren Körperchen Schwärmsporen von Chytridiaceen seien.

Die Krebsparasitentheorie findet aber trotzdem auch heute noch viele heftige Gegner; besonders bemühen sich die pathologischen Anatomen, nachzuweisen, dass die vermeintlichen Zelleinschlüsse in Carcinomzellen nichts weiter seien als Degenerationsprodukte des Protoplasmus Kerns und Kernkörperchens, entstanden durch schleimige colloide hyaline Entartung und Zerfall eingewanderter roter und weisser Blutkörperchen. Einwandfreie beweiskräftige Erklärungen über die Ursache der Zellenwucherung bzw. über die Qualität des Krankheitserregers konnte also bis jetzt noch von keiner Seite gegeben werden. Auch ich kann mich mit dieser Parasitentheorie noch nicht recht befreunden.

Gegenüber der hartnäckigen Skepsis der pathol. Anatomen suchten die Anhänger der Parasitentheorie, voran Behla, nach anderen neuen Forschungsmethoden. Er formulierte zweierlei Methoden:

1) die geographisch-statistische Methode und die vergleichende krebsendemische Forschung, um andere krebsendemische Orte auszukundschaften und dort zu eruiren, was das Eigentümliche der Orte ist. (Lokau etc.).

2) die Methode der Uebertragung von tumorbildenden Pflanzenparasiten auf den Tierkörper, um die Einschlüsse in genetischer Hinsicht eventuell wieder zu erzeugen.

Auf dahingehenden Forschungen basirten seine in den Jahren 1898—1900 erschienenen Schriften über „vermehrtes und endemisches Vorkommen des Krebses", „über die geographisch statistische Methode der Krebsforschung" und „über neue Forschungswege der Krebsätiologie."

Diese Arbeiten wirkten anregend auf die Krebsforschung. Während in den 70er und 80er Jahren die histologischen Unter-

suchungen über Structur des Krebses etc. und eine ungeheure Kasuistik zeitigten, neigte auch sich jetzt mehr ätiologischen Forschung wieder zu. Die Mitteilungen über das Zunehmen des Krebses und das Resultat einer Sammelforschung in England vom Jahr 1899 traten in den Vordergrund des allgemeinen Interesses, so dass von mehreren Seiten eine ganz Deutschland umfassende Statistik vorgeschlagen und unter Beihilfe des Reichsgesundheitsamtes auch durchgeführt wurde. Aus der allgemeinen Anregung ging die Gründung des Komitee's für Krebsforschung in Berlin im Jahr 1900 unter dem Vorsitz von Leyden hervor, das in planmässiger Weise, den neueren Gesichtspunkten Rechnung tragend, eine Enquete bei sämtlichen Ärzten Deutschlands veranstaltete durch Versendung von Fragekarten. Das eingegangene Material wurde von Prof. Hirschberg sorgfältig verarbeitet und ein Bericht ausgearbeitet, den ich Ihnen hier vorlegen kann.

Ueber einzelne wichtige Punkte wie: Erblichkeit, Ansteckung, Häufigkeit nach Beruf, Alter und Geschlecht wurde wohl durch diese Sammelforschung weitere Klarheit geschaffen und für weitere Forschungen eine wertvolle Grundlage gegeben.

Die Erforschung der Krankheitsursache muss nach wie vor den pathologischen Anatomen überlassen bleiben.

Einige Zahlen aus dieser Sammelforschung wie aus der Mortalitätsstatistik mögen Ihnen eine kurze Orientierung bieten über die Häufigkeit des Krebses:

Die Zählkarten wurden versandt an	25376	Ärzte
„ „ „ ausgefüllt von	5957	„
Fehlanzeigen (leere Karten) zurückgesandt von .	8104	„
Nicht geantwortet haben	10659	„

und zwar die meisten wohl deshalb, weil sie am 15. Oktober 1900 zufällig keine Krebskranke in Behandlung hatten.

Im Ganzen waren eingelaufen 12179 Zählkarten, die über je 1 Krankheitsfall berichteten.

Dass diese Zählung nicht alle diejenigen, welche am 15. Okt. 1900 in Deutschland krebskrank waren, getroffen hat, dass vielmehr viele Krebskranke am 15. Oktober in Behandlung von Kurpfuschern oder in gar keiner Behandlung gewesen sein mussten, lehrt ein Blick in die Mortalitätsstatistik. Aus derselben

mögen Sie auch die Zunahme der Krebsfrequenz ersehen.

Nach der preussischen Statistik (relative Ziffern) starben in Preussen von je 1 Million am 1. Januar Lebenden an Krebs:

im Jahre	Männer	Frauen	im Jahre	Männer	Frauen
1888	373	445	1895	488	573
1889	399	469	1896	517	588
1890	397	465	1897	529	605
1891	418	480	1898	536	608
1892	465	527	1899	558	652
1893	473	547	1900	574	648
1894	488	566			

im Alter von	Männer	Frauen	im Alter von	Männer	Frauen
0—1 Jahren	37	26	25—30 Jahren	62	102
1—2 „	22	31	30—40 „	191	333
2—3 „	29	23	40—50 „	804	1055
3—5 „	21	16	50—60 „	2273	2212
5—10 „	9	11	60—70 „	4369	3774
10—15 „	12	13	70—80 „	3906	3667
15—20 „	26	23	über 80 „	2997	3156
20—25 „	30	53			
			Durchschnitt	574	648

Todesfälle an Krebs
laut Württemb. Mortalitätsstatistik v. Jahr 1899 (absolute Ziffern).

Neckarkreis:	Männer	291	Frauen	337
Schwarzwaldkreis:	„	183	„	221
Jagstkreis:	„	177	„	224
Donaukreis:	„	261	„	319
Württemberg:	„	912	„	1101
		Zus. 2013		

Zunahme der Krebsfrequenz in Württemberg:
laut Mortalitätsstatistik

1892	1474 (Männer und Frauen zus.)
1893	1467
1894	1459
1895	1562
1896	1718
1897	1677
1898	2012
1899	2013

Zahl der Krebserkrankungen nach der Sammelforschung vom 15. Oktober 1900:

	Deutsches Reich			Preussen			Württemberg			
	Männer	Frauen	zus.	Männer	Frauen	zus.	Männer	Frauen	zus.	
	4439	7714	12153	2525	4092	6617	162	322	484	
relative Ziffern auf 1 Million Einwohner:	160	269	215	149	234	192	154	289	223	
							156	269	214	Neckarkreis.
							99	210	157	Schwarzwaldkr.
							160	325	245	Jagstkr.
							199	371	287	Donaukr.

Auffällig ist der Unterschied der Beteiligung der beiden Geschlechter an den Erkrankungen laut Sammelforschung und an der Sterblichkeit. cfr. z. B.: preussische Statistik.

Erkrankungsfälle: Männer 149 : Frauen 234 = 100 : 157
Sterbefälle: „ 574 : „ 648 = 100 : 113

Dieses scheinbare Missverhältnis ist dadurch zu erklären, dass beim weibl. Geschlecht die Erkrankungen der Geschlechtsorgane und Blutdrüsen vorwiegen, beim männl. Geschlecht aber die Erkrankungen der lebenswichtigeren Organe (wie die Verdauungsorgane), welche daher rascher zum Tod führen.

Häufigkeit nach dem Sitz der Erkrankung.

		Männer	Frauen
Unter 1000 Krankheitsfällen entfallen auf:	Magen	413	203
	Darm	132	63
	Speiseröhre	113	15
	Lippen	77	8
	Leber	42	42
	Gebärmutter		270
	Brustdrüse		243

Krankheitsdauer.

		Männer	Frauen
Unter 1000 Fällen datierten die ersten Krankheitssymptome aus den Jahren:	1900	503	399
	1899	262	288
	1898	96	126
	1897	49	66
	1896	28	35
	1891/95	41	55
	1880/90	18	27
	1880	3	4

Erblichkeit und Ansteckung.

In dieser Beziehung hat die Statistik ergeben, dass die Vererbung keine grosse Rolle spielt. Nur in 6,1 % der Fälle lag auch Krebserkrankung bei der Mutter vor, in 3,6 % der Fälle beim Vater. Ansteckung wurde angenommen in 3,6 % der Fälle und bei weiteren 5,2 % Ansteckung wenigstens vermutet.

Ueber die Frage der Heilbarkeit des Krebses.

Krebs ist heilbar, jedoch nicht durch innerliche oder äusserliche Mittel, durch kein Medicament, kein Wasser, kein Element, (die Bestrahlungen durch Röntgen- und Radiumstrahlen

haben noch keine Dauerheilungen aufzuweisen), hier müssen erst weitere Versuche und Beobachtungen gemacht werden. Heilbar ist er bis jetzt nur durch radicale Operation, jedoch unter der Voraussetzung, dass die Operation frühzeitig genug ausgeführt wird und dass die Operation ohne direkte Gefahr für das Leben vorgenommen werden kann.

Die Operationstechnik hat dank dem aseptischen Verfahren in den letzten Jahrzehnten so grosse Fortschritte gemacht, dass die meisten Krebse einem operativen Verfahren zugänglich gemacht werden können. Aber die erste Voraussetzung: dass der Krebs frühzeitig zur Operation kommt d. h., ehe die Krebszellen in die benachbarten Lymphwege eingewandert sind, diese Voraussetzung ist leider zu selten erfüllt. Die zu späte Inanspruchnahme des ärztlichen Rates ist jedenfalls die häufigste Sünde zumal seitens der Frauenwelt, obgleich gerade auf gynäkologischem Gebiet in den letzten 20 Jahren durch verbesserte Operationstechnik bedeutende Fortschritte in der Bekämpfung des Krebses zu konstatieren sind, dadurch dass heute das ganze erkrankte Mutterorgan ohne nennenswerte Gefahr für das Leben chirurgisch entfernt werden kann. Dennoch gehen leider die meisten Frauen sei es aus Verkennung oder Nichtbeachtung der ersten Krankheitssymptome (bestehend in Ausfluss oder Blutungen innerhalb oder auch ausserhalb der Menstruationszeit) oder aus falschem Schamgefühl nicht zeitig genug zum Arzt. Eine weitere Sünde wird oft dadurch begangen, dass sie den Rat zur Operation gar nicht oder zu spät befolgen d. h. zu einem Zeitpunkt, wo eine Dauerheilung nicht mehr zu erwarten ist. Prof. Winter in Königsberg hat bei der Versammlung der deutsch. Gesellschaft für Gynäkologie 1901 eine statistische Zusammenstellung von Gebärmutterkrebsfällen aus 4 grossen Universitätskliniken vorgetragen. Dabei zeigten sich durchschnittlich 74 % inoperable d. h. zu spät gekommene Fälle. Von den 26 % Operierten blieben durchschnittlich 35 % auf mehr als 5 Jahre hinaus frei von Rückfällen d. h. mit andern Worten: von 100 Frauen, die krebskrank waren, konnten annähernd 10 auf die Dauer durch Operation geheilt werden. Diese Ziffer von Dauerheilungen könnte aber bedeutend erhöht werden, vielleicht auf 25 oder 30, wenn die Ziffer der zu spät zur Operation kommenden Frauen immer

kleiner würde. Leider ist aber die Aussicht auf Besserung der Frauen in dieser Richtung bis jetzt noch gering. Sie wenden sich mit ihren Klagen lieber an eine „kluge“ Base oder Nachbarin, die ihr die Blutung als Folge der Naturveränderung deuten, oder an eine Naturheilanstalt, wo man das Messer nur vom Hörensagen kennt, oder an den Kurpfuscher überhaupt (männl. oder weibl. K.) der die Krankheit nicht erkennen kann oder von einer Operation abratet und dadurch zum Verpassen des richtigen Zeitpunkts hilft. In dieser Hinsicht bildet das grosse Heer der Kurpfuscher und deren bekannte Gewissenlosigkeit eine eminente Gefahr für die Krebskranken, und es wäre sehr erfreulich, wenn die unter der Ägide des Reichs-Gesundheitsamts inscenierte Statistik vom Jahr 1900 u. a. auch d e n Erfolg hätte, dass unsre Reichsregierung in die das Volkswohl schädigende Tätigkeit unsres Kurpfuschertums bessere Einsicht gewinnen und zu gesetzgeberischem Einschreiten gegen dasselbe veranlasst würde. Andererseits müsste — mehr als bisher geschehen — durch Wort und Schrift der Laienwelt Aufklärung gegeben werden. Erst wenn jede Frau weiss, dass der Krebs durch eine Operation heilbar ist und zwar nur dann, wenn unmittelbar nach den ersten Symptomen operiert wird, erst wenn jede Frau die ersten Symptome desselben kennt, und wenn jede Frau es als ihre Pflicht gegen sich und ihre Angehörigen betrachtet, bei den ersten verdächtigen Symptomen den fachkundigen Arzt aufzusuchen, erst dann werden wir am erwünschten Ziel sein. Jeder Arzt, dem das Volkswohl am Herzen liegt, muss sich veranlasst und verpflichtet fühlen, an dieser Aufklärung möglichst mitzuwirken. Ich möchte nur wünschen, dass es auch mir gelungen wäre, heute in diesem zwar kleinen aber auserwählten Kreis über das Wesen der mit Recht gefürchteten Krankheit einige Aufklärung zu geben, und dadurch in obigem Sinne gewirkt zu haben, und möchte ferner wünschen, dass weitere Forschungen bald zu befriedigenden Ergebnissen gelangen möchten zum Wohl der Allgemeinheit.

THE LIBRARY OF THE
MAR 30 1936
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Beiträge zur Ulmer Flora

Von Prof. **Haug.**

I. Von Pflanzen, welche bereits früher in der Ulmer Gegend vereinzelt aufgetreten sind, waren im Sommer 1905 wieder zu beobachten:

Bunias orientalis. L. Morgenländische Zackenschote. Am Rande eines Ackerfeldes beim Eselswald.

Centaurea solstitialis. L. Sonnenwende-Flockenblume. An zwei Stellen bei der Überführungs-Brücke.

II. Von den vermissten, d. h. längere Zeit hier nicht mehr gesehenen Pflanzen (vergl. Jahrgang 9 dieser Hefte, Seite 58) wurden wieder aufgefunden:

Muscari comosum. Mill. Schopfiger Muskat-Hyazinth. In einem Baumgarten am Michelsberg, 1903.

Chaerophyllum temulum. L. Betäubender Kälberkropf. Wächst in ziemlicher Anzahl in einer Hecke am Dorf Unterelchingen, 1904.

Chaerophyllum hirsutum. L. Rauhhaariger Kälberkropf. Am Landgraben bei Finningen, 1904.

III. Zum erstenmal (soviel mir bekannt) wurden hier gefunden:

Senecio cordatus. Koch. Herzblättrige Jakobsblume. Illerholz bei Wiblingen, 1905 von Prof. Kleinfelder.

Lappa macrosperma Wallr. Grosssamige Klette. Wald bei Altental O.A. Blaubeuren, 1904. Talfinger Wald, 1905.

Chenopodium urbicum. L. Steifer Gänsefuss. 1904 auf einem Schutthaufen beim Blaubeurer Tor.

Atriplex roseum, L. Sternmelde und

Atriplex laciniatum. L. Lappige Melde traten beide 1904 und 1905 auf obigem Schutt auf.

Scolopendrium officinarum. Swartz. Hirschzunge. 1905 von Postsekretär Brielmaier im Lautertal nahe bei Lautern entdeckt.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
506 ULM C001 v.12(1904-1905)
Mitteilungen des Vereins fur Mathematik
3 0112 088387870